

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-294643

(P2000-294643A)

(43) 公開日 平成12年10月20日 (2000. 10. 20)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード [*] (参考)
H 0 1 L 21/768		H 0 1 L 21/90	B
21/3065		21/302	J
		21/90	S

審査請求 有 請求項の数 3 O L (全 32 頁)

(21) 出願番号 特願2000-66163 (P2000-66163)
 (62) 分割の表示 特願平11-75519の分割
 (22) 出願日 平成11年3月19日 (1999. 3. 19)
 (31) 優先権主張番号 特願平10-79371
 (32) 優先日 平成10年3月26日 (1998. 3. 26)
 (33) 優先権主張国 日本 (J P)

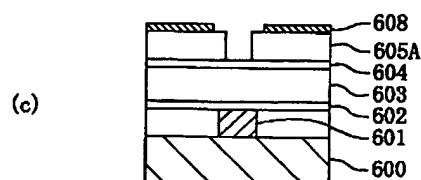
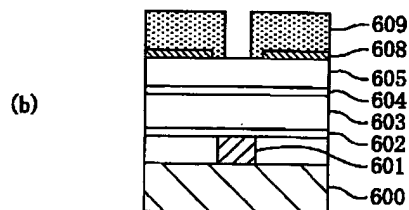
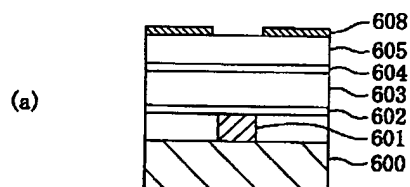
(71) 出願人 000005821
 松下電器産業株式会社
 大阪府門真市大字門真1006番地
 (72) 発明者 育井 信雄
 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
 産業株式会社内
 (74) 代理人 100077931
 弁理士 前田 弘 (外1名)

(54) 【発明の名称】 配線構造体の形成方法

(57) 【要約】

【課題】 通常のレジストプロセスを採用して、比誘電率が低い層間絶縁膜を形成できるようにする。

【解決手段】 半導体基板600上に、第1の有機膜603、シリコン酸化膜604、第2の有機膜605を順次堆積した後、第2の有機膜605の上にマスクパターン608を形成する。有機絶縁膜605に対して第2のレジストパターン609及びマスクパターン608をマスクとしてエッチングを行なって、第2の有機膜605をパターン化すると共に第2のレジストパターン609を除去する。シリコン酸化膜604に対してパターン化された第2の有機膜605Aをマスクとしてエッチングを行なって、シリコン酸化膜604をパターン化する。第2の有機膜605Aに対してマスクパターン608をマスクとしてエッチングを行なうと共に、第1の有機膜603に対してシリコン酸化膜をマスクとしてエッチングを行なって、第2の有機膜605Aに配線溝を形成すると共に、第1の有機膜603にコンタクトホールを形成する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 下層の金属配線の上に第1の絶縁膜を形成する第1の工程と、
 前記第1の絶縁膜の上に該第1の絶縁膜と組成が異なる第2の絶縁膜を形成する工程と、
 前記第2の絶縁膜の上に、有機膜からなり前記第2の絶縁膜と組成が異なる第3の絶縁膜を形成する工程と、
 前記第3の絶縁膜の上に薄膜を形成する工程と、
 前記薄膜の上に、配線形成用開口部を有する第1のレジストパターンを形成するの工程と、
 前記薄膜に対して前記第1のレジストパターンをマスクとしてエッチングを行なって、前記薄膜からなり配線形成用開口部を有するマスクパターンを形成する工程と、
 前記第1のレジストパターンを除去した後、前記第3の絶縁膜及びマスクパターンの上に、コンタクトホール形成用開口部を有する第2のレジストパターンを形成する工程と、
 前記第3の絶縁膜に対して前記第2のレジストパターン及びマスクパターンをマスクとしてドライエッチングを行なうことにより、前記第3の絶縁膜を該第3の絶縁膜にコンタクトホール形成用開口部が形成されるようにパターン化すると共に前記第2のレジストパターンを除去する工程と、
 前記第2の絶縁膜に対してパターン化された前記第3の絶縁膜をマスクとしてドライエッチングを行なうことにより、前記第2の絶縁膜を該第2の絶縁膜にコンタクトホール形成用開口部が形成されるようにパターン化する工程と、
 パターン化された前記第3の絶縁膜に対して前記マスクパターンをマスクとしてドライエッチングを行なうと共に、前記第1の絶縁膜に対してパターン化された前記第2の絶縁膜をマスクとしてドライエッチングを行なうことにより、パターン化された前記第3の絶縁膜に配線溝を形成すると共に、前記第1の絶縁膜にコンタクトホールを形成する工程と、
 前記配線溝及びコンタクトホールに金属膜を充填することにより、上層の金属配線及び前記下層の金属配線と前記上層の金属配線とを接続するコンタクトを形成する工程とを備えていることを特徴とする配線構造体の形成方法。

【請求項2】 前記第1の絶縁膜は、有機成分を主成分とすることを特徴とする請求項1に記載の配線構造体の形成方法。

【請求項3】 前記第2のレジストパターンのコンタクトホール形成用開口部の寸法は、コンタクトホールの設計開口寸法に対して、前記上層の金属配線が延びる方向に対して垂直な方向に拡大されていることを特徴とする請求項1に記載の配線構造体の形成方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は半導体集積回路装置における配線構造体の形成方法に関する。

【0002】

【従来の技術】半導体集積回路の高集積化の進展に伴い、金属配線同士の間寄生容量である配線間容量の増加に起因する配線遅延時間の増大が半導体集積回路の高性能化の妨げとなっている。配線遅延時間は金属配線の抵抗と配線間容量との積に比例するいわゆるRC遅延と言われるものである。

【0003】従って、配線遅延時間を低減するためには、金属配線の抵抗を小さくするか又は配線間容量を小さくすることが必要である。

【0004】そこで、配線抵抗を小さくするために、配線材料としてアルミ系合金に代えて銅を用いる半導体集積回路装置がIBM社やモトローラ社から報告されている。銅材料はアルミ系合金材料の3分の2程度の比抵抗を有しているため、配線材料として銅材料を用いると、アルミ系合金材料を用いる場合に比べて、単純に計算すると配線遅延時間が3分の2に減少するので、1.5倍の高速化を実現することができる。

【0005】しかしながら、半導体集積回路の高集積化がさらに進展すると、銅からなる金属配線を用いる場合でも、配線遅延時間の増大によって、高速化が限界に達すると懸念されている。また、配線材料としての銅は、金又は銀について比抵抗が小さいので、銅からなる金属配線に代えて金又は銀からなる金属配線を用いても、配線抵抗の低減は僅かなものである。

【0006】このため、半導体集積回路の高集積化のためには、配線抵抗の低減と共に配線間容量の低減が重要になっており、配線間容量の低減のためには、層間絶縁膜の比誘電率を小さくすることが必要である。従来、層間絶縁膜としては、シリコン酸化膜が用いられているが、シリコン酸化膜の比誘電率は4～4.5程度であって、より高集積化された半導体集積回路における層間絶縁膜には採用し難いという問題がある。

【0007】そこで、比誘電率がシリコン酸化膜よりも小さい層間絶縁膜として、フッ素添加シリコン酸化膜、低誘電率SOG膜及び有機高分子膜が提案されている。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】ところで、フッ素添加シリコン酸化膜の比誘電率は3.3～3.7であって、従来のシリコン酸化膜に比べて2割程度小さいが、フッ素添加シリコン酸化膜は、吸湿性が高いので大気中の水分を吸収しやすい。このため、フッ素添加シリコン酸化膜が水分を吸収して、比誘電率の高いSiOHが膜中に取り込まれるので、フッ素添加シリコン酸化膜の比誘電率が増加したり、熱処理工程においてSiOHが反応してH₂Oガスを放出したりするという問題、及びフッ素添加シリコン酸化膜中に遊離しているフッ素が熱処理工程において表面に偏析し、偏析したフッ素が密着層とし

- 351 第1の金属膜
- 352 シリコン窒化膜
- 352A パターン化されたシリコン窒化膜
- 353 第1のシリコン酸化膜(第1の絶縁膜)
- 353A パターン化された第1のシリコン酸化膜
- 354 有機膜(第2の絶縁膜)
- 354A パターン化された有機膜
- 355 第2のシリコン酸化膜(第3の絶縁膜)
- 355A パターン化された第2のシリコン酸化膜
- 356 窒化チタン膜
- 357 第1のレジストパターン
- 358 マスクパターン
- 359 第2のレジストパターン
- 360 コンタクトホール形成用開口部
- 361 コンタクトホール
- 362 配線溝
- 363 密着層
- 364 金属膜
- 365 第2の金属配線
- 366 コンタクト
- 400 半導体基板
- 401 第1の金属配線
- 402 シリコン窒化膜
- 402A パターン化されたシリコン窒化膜
- 403 第1の低誘電率SOG膜(第1の絶縁膜)
- 403A パターン化された第1の低誘電率SOG膜
- 404 有機含有シリコン酸化膜(第2の絶縁膜)
- 404A パターン化された有機含有シリコン酸化膜
- 405 第2の低誘電率SOG膜(第3の絶縁膜)
- 405A パターン化された第2の低誘電率SOG膜
- 406 窒化チタン膜
- 407 第1のレジストパターン
- 408 マスクパターン
- 409 第2のレジストパターン
- 410 ダメージ層
- 411 コンタクトホール
- 412 配線溝
- 413 密着層
- 414 金属膜
- 415 第2の金属膜
- 416 コンタクト
- 500 半導体基板
- 501 第1の金属配線
- 502 シリコン窒化膜
- 502A パターン化されたシリコン窒化膜
- 503 第1の有機膜(第1の絶縁膜)
- 503A パターン化された第1の有機膜
- 504 第1のシリコン酸化膜(第2の絶縁膜)
- 504A パターン化された第1のシリコン酸化膜
- 505 第2の有機膜(第3の絶縁膜)
- 505A パターン化された第2の有機膜
- 505B パターン化された第2の有機膜
- 506 第2のシリコン酸化膜(第4の絶縁膜)
- 506A パターン化された第2のシリコン酸化膜
- 506B パターン化された第2のシリコン酸化膜
- 507 窒化チタン膜(薄膜)
- 508 第1のレジストパターン
- 509 マスクパターン
- 510 第2のレジストパターン
- 511 配線溝
- 512 コンタクトホール
- 513 第2の金属配線
- 514 コンタクト
- 550 半導体基板
- 551 第1の金属配線
- 552 シリコン窒化膜
- 552A パターン化されたシリコン窒化膜
- 553 第1の有機膜(第1の絶縁膜)
- 553A パターン化された第1の有機膜
- 554 第1のシリコン酸化膜(第2の絶縁膜)
- 554A パターン化された第1のシリコン酸化膜
- 555 第2の有機膜(第3の絶縁膜)
- 555A パターン化された第2の有機膜
- 555B パターン化された第2の有機膜
- 556 第2のシリコン酸化膜(第4の絶縁膜)
- 556A パターン化された第2のシリコン酸化膜
- 556B パターン化された第2のシリコン酸化膜
- 557 窒化チタン膜(薄膜)
- 558 第1のレジストパターン
- 559 マスクパターン
- 560 第2のレジストパターン
- 561 配線溝
- 562 コンタクトホール
- 563 第2の金属配線
- 564 コンタクト
- 600 半導体基板
- 601 第1の金属配線
- 602 シリコン窒化膜
- 602A パターン化されたシリコン窒化膜
- 603 第1の有機膜(第1の絶縁膜)
- 603A パターン化された第1の有機膜
- 604 シリコン酸化膜(第2の絶縁膜)
- 604A パターン化されたシリコン酸化膜
- 605 第2の有機膜(第3の絶縁膜)
- 605A パターン化された第2の有機膜
- 606 窒化チタン膜(薄膜)
- 607 第1のレジストパターン
- 608 マスクパターン
- 609 第2のレジストパターン
- 610 配線溝

程数の増加を抑制しつつデュアルダマシ構造を形成することができる。

【0019】本発明に係る配線構造体の形成方法において、第1の絶縁膜は、有機成分を主成分とすることが好ましい。

【0020】このようにすると、層間絶縁膜の比誘電率を一層低減することができる。

【0021】本発明に係る配線構造体の形成方法において、第2のレジストパターンのコンタクトホール形成用開口部の寸法が、コンタクトホールの設計開口寸法に対して、上層の金属配線が延びる方向に対して垂直な方向に拡大されていることが好ましい。

【0022】このようにすると、第2のレジストパターンのコンタクトホール形成用開口部がマスクパターンの配線形成用開口部に対して位置ずれをしても、パターン化された第3の絶縁膜に形成されるコンタクトホール形成用開口部は、第2のレジストパターンのコンタクトホール形成用開口部とマスクパターンの配線形成用開口部との重なり領域に形成されるので、パターン化された第3の絶縁膜のコンタクトホール形成用開口部は、自己整合的にマスクパターンの配線形成用開口部の領域に形成される。従って、コンタクトと上層の金属配線との接合を確実に確保することができる。

【0023】

【発明の実施の形態】以下、本発明の各実施形態について説明するが、各実施形態においては、有機膜とは、有機成分のみからなる膜及び有機成分を主成分とする膜の両方を含む概念とする。また、各実施形態においては、有機成分を主成分とする膜を有機成分のみからなる膜に変更してもよいし、有機成分のみからなる膜を有機成分を主成分とする膜に変更してもよい。

【0024】(第1の実施形態)以下、本発明の第1の実施形態に係る配線構造体の形成方法について、図1(a)～(c)、図2(a)～(c)及び図3(a)～(c)を参照しながら説明する。

【0025】まず、図1(a)に示すように、半導体基板100上に形成された第1の金属配線101の上に、後に行なわれるエッチング工程において第1の金属配線101を保護する例えば50nmの膜厚を有するシリコン窒化膜102を形成した後、該シリコン窒化膜102の上に、例えば1μmの膜厚を有すると共に有機成分を主成分とする第1の有機膜103(第1の絶縁膜)を堆積する。次に、第1の有機膜103の上に、例えば50nmの膜厚を有すると共にシリコン酸化物中に有機成分を含有する有機含有シリコン酸化膜104(第2の絶縁膜)を堆積した後、該有機含有シリコン酸化膜104の上に、例えば400nmの膜厚を有すると共に有機成分を主成分とする第2の有機膜105(第3の絶縁膜)を堆積し、その後、該第2の有機膜105の上に例えば50nmの膜厚を有する窒化チタン膜106を堆積する。

【0026】第1及び第2の有機膜103、105の堆積方法については、特に限定されないが、例えばパーフルオロデカリンを主原料とする反応性ガスを用いるプラズマCVD法が挙げられる。また、第1及び第2の有機膜103、105としては、プラズマCVD法、塗布法又は熱CVD法により形成された、炭化水素膜又はフッ素を含有する炭化水素膜を用いることができる。

【0027】また、第1の有機膜103の堆積方法としては、例えばパーフルオロデカリンと、ヘキサメチルジシロキサン、アリルアルコキシシラン又はアルキルアルコキシシラン等の有機シランとを主原料とする反応性ガスを用いるプラズマCVD法でもよい。このようにすると、有機無機ハイブリッド膜が得られる。

【0028】また、有機含有シリコン酸化膜104の堆積方法については、特に限定されないが、例えばフェニルトリメトキシシランを主原料とする反応性ガスを用いるCVD法が挙げられる。このようにすると、シリコン酸化物中にシリコン原子と結合したフェニル基が取り込まれた構造を有する有機含有シリコン酸化膜104が得られる。

【0029】尚、窒化チタン膜106に代えて、第1及び第2の有機膜103、105並びに有機含有シリコン酸化膜104に対して高いエッチング選択性を有する、つまりエッチング速度が十分に遅い薄膜、例えばシリコン窒化膜を用いることができる。

【0030】次に、図1(b)に示すように、窒化チタン膜106の上に、リソグラフィ工程により配線溝形成用開口部を有する第1のレジストパターン107を形成した後、該第1のレジストパターン107をマスクとして窒化チタン膜106に対してドライエッチングを行なって、図1(c)に示すように、窒化チタン膜106からなるマスクパターン108を形成する。

【0031】次に、第1のレジストパターン107を除去することなく、第2の有機膜105の上に、リソグラフィ工程によりコンタクトホール形成用開口部を有する第2のレジストパターン109を形成した後、第2の有機膜105に対してドライエッチングを行なって、図2(a)に示すように、コンタクトホール形成用開口部を有するパターン化された第2の有機膜105Aを形成する。この場合、第2の有機膜105と、第1のレジストパターン107及び第2のレジストパターン109とは共に有機成分を主成分としているため、第2の有機膜105に対するエッチングレートと、第1及び第2のレジストパターン107、109に対するエッチングレートとはほぼ等しいので、第2の有機膜105に対するドライエッチング工程により、第1のレジストパターン107及び第2のレジストパターン109は除去される。

【0032】尚、第2の有機膜105に対するドライエッチング工程において、第2のレジストパターン109が残存しても差し支えない。その理由は、残存する第2

のレジストパターン109は、後に行なわれるパターン化された第2の有機膜105Aに配線溝111を形成する工程(図2(c))を参照)において除去されるからである。

【0033】次に、パターン化された第2の有機膜105Aをマスクとして有機含有シリコン酸化膜104に対してドライエッチングを行なって、図2(b)に示すように、コンタクトホール形成用開口部を有するパターン化された有機含有シリコン酸化膜104Aを形成する。このドライエッチング工程は、有機含有シリコン酸化膜104に対するエッチングレートがパターン化された第2の有機膜105Aに対するエッチングレートよりも大きくなるようなエッチング条件を選択することにより、パターン化された第2の有機膜105Aがエッチングされる事態を防止する。

【0034】次に、マスクパターン108をマスクとしてパターン化された第2の有機膜105Aに対し、またパターン化された有機含有シリコン酸化膜104Aをマスクとして第1の有機膜103に対してそれぞれドライエッチングを行なって、図2(c)に示すように、パターン化された第2の有機膜105Aに配線溝111を形成すると共に、コンタクトホール110を有するパターン化された第1の有機膜103Aを形成する。

【0035】次に、パターン化された有機含有シリコン酸化膜104Aをマスクとしてシリコン窒化膜102に対してドライエッチングを行なって、図3(a)に示すように、パターン化されたシリコン窒化膜102Aを形成すると共に、第1の金属配線101をコンタクトホール110に露出させる。

【0036】次に、図3(b)に示すように、コンタクトホール110及び配線溝111の壁面に例えば50nmの膜厚を有する窒化チタンからなる密着層112を堆積した後、コンタクトホール110及び配線溝111が埋まるように全面に亘って金属膜113を堆積する。金属膜113の組成は特に限定されず、銅、アルミニウム、金、銀、ニッケル、コバルト、タングステン又はこれらの合金等を用いることができると共に、金属膜113の堆積方法も特に限定されず、メッキ法、CVD法又はスパッタ法等を用いることができる。

【0037】次に、図3(c)に示すように、パターン化された第2の有機膜105Aの上に堆積されている、密着層112、金属膜113及びマスクパターン108を例えばCMP法により除去して、金属膜113からなる第2の金属配線114、及び第1の金属配線101と第2の金属配線114とを接続する金属膜113からなるコンタクト115を形成する。

【0038】尚、第2の金属配線114の上に、前述した工程と同様の工程を行なうことにより、多層配線構造を形成することができる。

【0039】第1の実施形態によると、有機含有シリコ

ン酸化膜104は、フェニルトリメトキシシランを主原料とする反応性ガスを用いるCVD法により形成された膜であるため、シリコン酸化物中にシリコン原子と結合したフェニル基(有機基)が取り込まれた構造を有している。従って、従来のCVD酸化膜と同程度に良好な加工性及びHSQ膜と同程度に低い比誘電率を有していると共に、有機膜、酸化膜及び金属膜に対する高い密着性を有している。

【0040】また、窒化チタン膜106からなるマスクパターン108を形成した後、第1のレジストパターン107を除去することなく第2のレジストパターン109を形成すると共に、第2の有機膜105に対するドライエッチング工程により、第1のレジストパターン107及び第2のレジストパターン109を除去するため、第1のレジストパターン107及び第2のレジストパターン109を酸素プラズマを用いるアッシングにより除去する工程が不要になるので、レジストパターンをアッシングにより除去する際に第2の有機膜105がダメージを受ける事態を回避することができる。従って、層間絶縁膜として比誘電率が低い第2の有機膜105を用いるにも拘わらず、通常のレジストプロセスを採用することが可能になる。

【0041】また、マスクパターン108をマスクとしてパターン化された有機含有シリコン酸化膜104Aをエッチングストッパーとして、パターン化された第2の有機膜105Aに対してドライエッチングを行なって配線溝111を形成するため、配線溝111の深さは第2の有機膜105の膜厚と一致するので、配線溝111の深さを自己整合的に規定することができる。

【0042】以下、第2のレジストパターン109が第1のレジストパターン107に対して位置ずれを起こした場合の問題点及びその場合の解決策について説明する。

【0043】まず、第2のレジストパターン109が位置ずれを起こした場合の問題点について、図4(a)～(c)、図5(a)～(c)及び図6(a)～(c)を参照しながら説明する。

【0044】第1の実施形態と同様、図4(a)に示すように、半導体基板100上に形成された第1の金属配線101の上に例えば50nmの膜厚を有するシリコン窒化膜102を形成した後、該シリコン窒化膜102の上に、例えば1μmの膜厚を有すると共に有機成分を主成分とする第1の有機膜103を堆積する。

【0045】次に、第1の有機膜103の上に、例えば50nmの膜厚を有すると共にシリコン酸化物中に有機成分を含有する有機含有シリコン酸化膜104を堆積した後、該有機含有シリコン酸化膜104の上に、例えば400nmの膜厚を有すると共に有機成分を主成分とする第2の有機膜105を堆積し、その後、第2の有機膜105の上に例えば50nmの膜厚を有する窒化チタン

膜106を堆積する。

【0046】次に、図4(b)に示すように、窒化チタン膜106の上に、配線溝形成用開口部を有する第1のレジストパターン107を形成した後、該第1のレジストパターン107をマスクとして窒化チタン膜106に対してドライエッチングを行なって、図4(c)に示すように、窒化チタン膜106からなるマスクパターン108を形成する。

【0047】次に、図5(a)に示すように、第1のレジストパターン107を除去することなく、第2の有機膜105の上に、コンタクトホール形成用開口部を有する第2のレジストパターン109を形成する。この場合、図5(a)と図1(c)との対比から分かるように、第2のレジストパターン109は第1のレジストパターン107に対して位置ずれを起こしている。

【0048】次に、第2の有機膜105に対してドライエッチングを行なって、図5(b)に示すように、コンタクトホール形成用開口部を有するパターン化された第2の有機膜105Aを形成する。第1の実施形態と同様、第2の有機膜105と、第1のレジストパターン107及び第2のレジストパターン109とは共に有機成分を主成分としているため、第2の有機膜105に対するドライエッチング工程により、第1のレジストパターン107及び第2のレジストパターン109は除去される。この場合、第2のレジストパターン109が第1のレジストパターン107に対して位置ずれを起こしているため、第2の有機膜105Aに形成されるコンタクトホール形成用開口部の径は小さい。

【0049】次に、パターン化された第2の有機膜105Aをマスクとして有機含有シリコン酸化膜104に対してドライエッチングを行なって、図5(c)に示すように、コンタクトホール形成用開口部を有するパターン化された有機含有シリコン酸化膜104Aを形成する。

【0050】次に、マスクパターン108をマスクとしてパターン化された第2の有機膜105Aに対し、またパターン化された有機含有シリコン酸化膜104Aをマスクとして第1の有機膜103に対してそれぞれドライエッチングを行なって、図6(a)に示すように、パターン化された第2の有機膜105Aに配線溝111を形成すると共に、コンタクトホール110を有するパターン化された第1の有機膜103Aを形成する。その後、パターン化された有機含有シリコン酸化膜104Aをマスクとしてシリコン窒化膜102に対してドライエッチングを行なって、図6(b)に示すように、パターン化されたシリコン窒化膜102Aを形成すると共に、第1の金属配線101をコンタクトホール110に露出させる。

【0051】次に、コンタクトホール110及び配線溝111の壁面に例えば50nmの膜厚を有する窒化チタン層からなる密着層112を堆積した後、全面に亘って

金属膜を堆積し、その後、パターン化された第2の有機膜105Aの上に堆積されている、密着層112、金属膜及びマスクパターン108を例えばCMP法により除去する。このようにすると、図6(c)に示すように、金属膜からなる第2の金属配線114は形成されるが、コンタクトホール110の径が小さいため該コンタクトホール110には金属膜が完全には充填されないで、第1の金属配線101と第2の金属配線112とは接続されず、不良が発生する。

【0052】以下、第2のレジストパターン109が位置ずれを起こした場合の解決策について、図7(a)～(c)及び図8(a)～(c)を参照しながら説明する。

【0053】まず、図4(a)～(c)及び図5(a)に基づいて説明した前述の工程と同様の工程によって、コンタクトホール形成用開口部を有する第2のレジストパターン109を形成するが、この場合にも、第2のレジストパターン109は第1のレジストパターン107に対して位置ずれを起こしている(図5(a)を参照)。

【0054】そこで、図7(a)に示すように、第2のレジストパターン109をマスクとして第1のレジストパターン107及びマスクパターン108に対してドライエッチングを行なって、第1のレジストパターン107における第2のレジストパターン109と重なっていない領域を除去すると共に、マスクパターン108の開口部を配線溝形成用開口部及びコンタクトホール形成用開口部を含む大きさに拡大する。これによって、第2のレジストパターン109のコンタクトホール形成用開口部は、第1のレジストパターン107及びマスクパターン108に転写される。

【0055】次に、第2の有機膜105に対してドライエッチングを行なって、図7(b)に示すように、コンタクトホール形成用開口部を有するパターン化された第2の有機膜105Aを形成する。この場合にも、第2の有機膜105と、第1のレジストパターン107及び第2のレジストパターン109とは共に有機成分を主成分としているため、第2の有機膜105に対するドライエッチング工程により、第1のレジストパターン107及び第2のレジストパターン109は除去される。

【0056】次に、パターン化された有機膜105Aをマスクとして有機含有シリコン酸化膜104に対してドライエッチングを行なって、図7(c)に示すように、コンタクトホール形成用開口部を有するパターン化された有機含有シリコン酸化膜104Aを形成する。

【0057】前述のように、第2のレジストパターン109が第1のレジストパターン107に対して位置ずれを起こしているが、第2のレジストパターン109のコンタクトホール形成用開口部を第1のレジストパターン107及びマスクパターン108に転写しているため、

パターン化された第2の有機膜105A及びパターン化された有機含有シリコン酸化膜104Aに形成されるコンタクトホール形成用開口部の径は所定の大きさを有している。

【0058】次に、マスクパターン108及びパターン化された有機含有シリコン酸化膜104Aをマスクとしてパターン化された第2の有機膜105A及び第1の有機膜103に対してドライエッチングを行なって、図8(a)に示すように、パターン化された第2の有機膜105Aに配線溝111を形成すると共に、コンタクトホール110を有するパターン化された第1の有機膜103Aを形成する。その後、パターン化された有機含有シリコン酸化膜104Aをマスクとしてシリコン窒化膜102に対してドライエッチングを行なって、図8(b)に示すように、パターン化されたシリコン窒化膜102Aを形成すると共に、第1の金属配線101をコンタクトホール110に露出させる。

【0059】次に、コンタクトホール110及び配線溝111の壁面に例えば50nmの膜厚を有する窒化チタン層からなる密着層112を堆積した後、全面に亘って金属膜を堆積し、その後、パターン化された第2の有機膜105Aの上に堆積されている、密着層112、金属膜及びマスクパターン108を例えばCMP法により除去する。このようにすると、図8(c)に示すように、窒化チタン膜112及び金属膜からなる、第2の金属配線114及びコンタクト115が形成される。

【0060】(第2の実施形態)以下、本発明の第2の実施形態に係る配線構造体の形成方法について、図9(a)～(c)、図10(a)～(c)及び図11(a)～(c)を参照しながら説明する。

【0061】まず、図9(a)に示すように、半導体基板200上に形成された第1の金属配線201の上に例えば50nmの膜厚を有するシリコン窒化膜202を形成した後、該シリコン窒化膜202の上に、例えば1 μ mの膜厚を有すると共に有機成分を主成分とする第1の有機膜203(第1の絶縁膜)を堆積する。次に、第1の有機膜203の上に、例えば50nmの膜厚を有すると共にシリコン酸化物中に有機成分を含有する有機含有シリコン酸化膜204(第2の絶縁膜)を堆積した後、該有機含有シリコン酸化膜204の上に、例えば400nmの膜厚を有すると共に有機成分を主成分とする第2の有機膜205(第3の絶縁膜)を堆積し、その後、該第2の有機膜の上に例えば50nmの膜厚を有する窒化チタン膜206を堆積する。

【0062】第1及び第2の有機膜203、205の堆積方法については、特に限定されないが、例えばパーフルオロデカリンを主原料とする反応性ガスを用いるプラズマCVD法が挙げられる。また、第1及び第2の有機膜203、205としては、プラズマCVD法、塗布法又は熱CVD法により形成された、炭化水素膜又はフッ

素を含有する炭化水素膜を用いることができる。

【0063】また、有機含有シリコン酸化膜204の堆積方法については、特に限定されないが、例えばフェニルトリメトキシランを主原料とする反応性ガスを用いるCVD法が挙げられる。

【0064】尚、窒化チタン膜206に代えて、第1及び第2の有機膜203、205並びに有機含有シリコン酸化膜204に対して高いエッチング選択性を有する、つまりエッチング速度が十分に遅い薄膜、例えばシリコン窒化膜を用いることができる。

【0065】次に、図9(b)に示すように、窒化チタン膜206の上に、リソグラフィ工程により配線溝形成用開口部を有する第1のレジストパターン207を形成した後、該第1のレジストパターン207をマスクとして窒化チタン膜206に対してドライエッチングを行なって、図9(c)に示すように、窒化チタン膜206からなるマスクパターン208を形成する。

【0066】次に、第1のレジストパターン207を除去することなく、第2の有機膜205の上に、リソグラフィ工程によりコンタクトホール形成用開口部を有する第2のレジストパターン209を形成した後、第2の有機膜205に対してドライエッチングを行なって、図10(a)に示すように、コンタクトホール形成用開口部を有するパターン化された第2の有機膜205Aを形成する。この場合、第2の有機膜205と、第1のレジストパターン207及び第2のレジストパターン209とは共に有機成分を主成分としているため、第2の有機膜205に対するエッチングレートと、第1及び第2のレジストパターン207、209に対するエッチングレートとはほぼ等しいので、第2の有機膜205に対するドライエッチング工程により、第1のレジストパターン207及び第2のレジストパターン209は除去される。

【0067】尚、第2のレジストパターン209が第1のレジストパターン207に対して位置ずれしている恐れがある場合には、第1の実施形態において説明したように、第2のレジストパターン209をマスクとして第1のレジストパターン207及びマスクパターン208に対してドライエッチングを行なって、第1のレジストパターン207における第2のレジストパターン209と重なっていない領域を除去すると共に、マスクパターン208の開口部を配線溝形成用開口部及びコンタクトホール形成用開口部を含む大きさに拡大する。

【0068】次に、パターン化された第2の有機膜205Aをマスクとして有機含有シリコン酸化膜204に対してドライエッチングを行なって、図10(b)に示すように、コンタクトホール形成用開口部を有するパターン化された有機含有シリコン酸化膜204Aを形成する。その後、マスクパターン208をマスクとしてパターン化された第2の有機膜205Aに対し、またパターン化された有機含有シリコン酸化膜204Aをマスクと

して第1の有機膜203に対してそれぞれドライエッチングを行なって、図10(c)に示すように、パターン化された第2の有機膜205Aに配線溝211を形成すると共に、コンタクトホール210を有するパターン化された第1の有機膜203Aを形成する。

【0069】次に、パターン化された有機含有シリコン酸化膜204Aをマスクとしてシリコン窒化膜202に対してドライエッチングを行なって、図11(a)に示すように、パターン化されたシリコン窒化膜202Aを形成すると共に、第1の金属配線201をコンタクトホール210に露出させる。

【0070】次に、パターン化された第1の有機膜203A及びパターン化された第2の有機膜205Aに対してアンモニアガスを用いるプラズマ処理を行なう。このようにすると、図11(b)に示すように、パターン化された第1の有機膜203Aにおけるコンタクトホール210に露出する壁部及びパターン化された第2の有機膜205Aにおける配線溝211に露出する壁部に、アミノ基及びアミド基を有する密着層212がそれぞれ形成される。その後、コンタクトホール210及び配線溝211が埋まるように全面に亘って金属膜213を堆積する。金属膜213の組成は特に限定されず、銅、アルミニウム、金、銀、ニッケル、コバルト、タングステン又はこれらの合金等を用いることができると共に、金属膜213の堆積方法も特に限定されず、メッキ法、CVD法又はスパッタ法等を用いることができる。

【0071】次に、図11(c)に示すように、パターン化された第2の有機膜205Aの上に堆積されている、金属膜213及びマスクパターン208を例えばCMP法により除去して、金属膜213からなる、第2の金属配線214及びコンタクト215を形成する。

【0072】尚、第2の金属配線214の上に、前述した工程と同様の工程を行なうことにより、多層配線構造を形成することができる。

【0073】(第3の実施形態)以下、本発明の第3の実施形態に係る配線構造体の形成方法について、図12(a)～(c)、図13(a)～(c)及び図14(a)～(c)を参照しながら説明する。

【0074】まず、図12(a)に示すように、半導体基板300上に形成された第1の金属配線301の上に、後に行なわれるエッチング工程において第1の金属配線301を保護する例えば50nmの膜厚を有するシリコン窒化膜302を形成した後、該シリコン窒化膜302の上に、例えば1μmの膜厚を有すると共にシリコン酸化物中に有機成分を含有する第1の有機含有シリコン酸化膜303(第1の絶縁膜)を堆積する。次に、第1の有機含有シリコン酸化膜303の上に、例えば400nmの膜厚を有すると共にシロキサン骨格を有する低誘電率SOG膜304(第2の絶縁膜)を堆積した後、該低誘電率SOG膜304の上に、例えば50nmの膜

厚を有すると共にシリコン酸化物中に有機成分を含有する第2の有機含有シリコン酸化膜305(第3の絶縁膜)を堆積し、その後、第2の有機含有シリコン酸化膜305の上に例えば50nmの膜厚を有する窒化チタン膜306を形成する。

【0075】第1の有機含有シリコン酸化膜303及び第2の有機含有シリコン酸化膜305の堆積方法については、特に限定されないが、例えばフェニルトリメトキシランを主原料とする反応性ガスを用いるCVD法が挙げられる。また、シロキサン骨格を有する低誘電率SOG膜304としてはHSQ膜を用いることができる。

【0076】尚、窒化チタン膜306に代えて、第1及び第2の有機含有シリコン酸化膜303、305並びに低誘電率SOG膜304に対して高いエッチング選択性を有する、つまりエッチング速度が十分に遅い薄膜、例えばシリコン窒化膜を用いることができる。

【0077】次に、図12(b)に示すように、窒化チタン膜306の上に、リソグラフィ工程により配線溝形成用開口部を有する第1のレジストパターン307を形成した後、該第1のレジストパターン307をマスクとして窒化チタン膜306に対してドライエッチングを行なって、図12(c)に示すように、窒化チタン膜306からなるマスクパターン308を形成する。

【0078】次に、図13(a)に示すように、第1のレジストパターン307を除去した後、第2の有機含有シリコン酸化膜305の上に、コンタクトホール形成用開口部を有する第2のレジストパターン309を形成する。その後、第2のレジストパターン309をマスクとして、第2の有機含有シリコン酸化膜305、低誘電率SOG膜304及び第1の有機含有シリコン酸化膜303に対して順次ドライエッチングを行なって、図13(b)に示すように、パターン化された第2の有機含有シリコン酸化膜305A、パターン化された低誘電率SOG膜304A及びコンタクトホール310を有するパターン化された第1の有機含有シリコン酸化膜303Aをそれぞれ形成する。

【0079】次に、図13(c)に示すように、第2のレジストパターン309を除去した後、マスクパターン308をマスクとしてパターン化された第2の有機含有シリコン酸化膜305Aに対してドライエッチングを行なって、パターン化された第2の有機含有シリコン酸化膜305Aに配線溝形成用開口部を形成し、その後、マスクパターン308及び配線溝形成用開口部を有するパターン化された第2の有機含有シリコン酸化膜305Aをマスクとしてパターン化された低誘電率SOG膜304Aに対してドライエッチングを行なって配線溝311を形成する。配線溝311を形成する工程においては、第1の有機含有シリコン酸化膜303Aに対するエッチングレートが低誘電率SOG膜304Aに対するエッチングレートに比べて十分に遅くなるようなエッチング条

して第1の有機膜203に対してそれぞれドライエッチングを行なって、図10(c)に示すように、パターン化された第2の有機膜205Aに配線溝211を形成すると共に、コンタクトホール210を有するパターン化された第1の有機膜203Aを形成する。

【0069】次に、パターン化された有機含有シリコン酸化膜204Aをマスクとしてシリコン窒化膜202に対してドライエッチングを行なって、図11(a)に示すように、パターン化されたシリコン窒化膜202Aを形成すると共に、第1の金属配線201をコンタクトホール210に露出させる。

【0070】次に、パターン化された第1の有機膜203A及びパターン化された第2の有機膜205Aに対してアンモニアガスを用いるプラズマ処理を行なう。このようにすると、図11(b)に示すように、パターン化された第1の有機膜203Aにおけるコンタクトホール210に露出する壁部及びパターン化された第2の有機膜205Aにおける配線溝211に露出する壁部に、アミノ基及びアミド基を有する密着層212がそれぞれ形成される。その後、コンタクトホール210及び配線溝211が埋まるように全面に亘って金属膜213を堆積する。金属膜213の組成は特に限定されず、銅、アルミニウム、金、銀、ニッケル、コバルト、タングステン又はこれらの合金等を用いることができると共に、金属膜213の堆積方法も特に限定されず、メッキ法、CVD法又はスパッタ法等を用いることができる。

【0071】次に、図11(c)に示すように、パターン化された第2の有機膜205Aの上に堆積されている、金属膜213及びマスクパターン208を例えばCMP法により除去して、金属膜213からなる、第2の金属配線214及びコンタクト215を形成する。

【0072】尚、第2の金属配線214の上に、前述した工程と同様の工程を行なうことにより、多層配線構造を形成することができる。

【0073】(第3の実施形態)以下、本発明の第3の実施形態に係る配線構造体の形成方法について、図12(a)～(c)、図13(a)～(c)及び図14(a)～(c)を参照しながら説明する。

【0074】まず、図12(a)に示すように、半導体基板300上に形成された第1の金属配線301の上に、後に行なわれるエッチング工程において第1の金属配線301を保護する例えば50nmの膜厚を有するシリコン窒化膜302を形成した後、該シリコン窒化膜302の上に、例えば1μmの膜厚を有すると共にシリコン酸化物中に有機成分を含有する第1の有機含有シリコン酸化膜303(第1の絶縁膜)を堆積する。次に、第1の有機含有シリコン酸化膜303の上に、例えば400nmの膜厚を有すると共にシロキサン骨格を有する低誘電率SOG膜304(第2の絶縁膜)を堆積した後、該低誘電率SOG膜304の上に、例えば50nmの膜

厚を有すると共にシリコン酸化物中に有機成分を含有する第2の有機含有シリコン酸化膜305(第3の絶縁膜)を堆積し、その後、第2の有機含有シリコン酸化膜305の上に例えば50nmの膜厚を有する窒化チタン膜306を形成する。

【0075】第1の有機含有シリコン酸化膜303及び第2の有機含有シリコン酸化膜305の堆積方法については、特に限定されないが、例えばフェニルトリメトキシランを主原料とする反応性ガスを用いるCVD法が挙げられる。また、シロキサン骨格を有する低誘電率SOG膜304としてはHSQ膜を用いることができる。

【0076】尚、窒化チタン膜306に代えて、第1及び第2の有機含有シリコン酸化膜303、305並びに低誘電率SOG膜304に対して高いエッチング選択性を有する、つまりエッチング速度が十分に遅い薄膜、例えばシリコン窒化膜を用いることができる。

【0077】次に、図12(b)に示すように、窒化チタン膜306の上に、リソグラフィ工程により配線溝形成用開口部を有する第1のレジストパターン307を形成した後、該第1のレジストパターン307をマスクとして窒化チタン膜306に対してドライエッチングを行なって、図12(c)に示すように、窒化チタン膜306からなるマスクパターン308を形成する。

【0078】次に、図13(a)に示すように、第1のレジストパターン307を除去した後、第2の有機含有シリコン酸化膜305の上に、コンタクトホール形成用開口部を有する第2のレジストパターン309を形成する。その後、第2のレジストパターン309をマスクとして、第2の有機含有シリコン酸化膜305、低誘電率SOG膜304及び第1の有機含有シリコン酸化膜303に対して順次ドライエッチングを行なって、図13(b)に示すように、パターン化された第2の有機含有シリコン酸化膜305A、パターン化された低誘電率SOG膜304A及びコンタクトホール310を有するパターン化された第1の有機含有シリコン酸化膜303Aをそれぞれ形成する。

【0079】次に、図13(c)に示すように、第2のレジストパターン309を除去した後、マスクパターン308をマスクとしてパターン化された第2の有機含有シリコン酸化膜305Aに対してドライエッチングを行なって、パターン化された第2の有機含有シリコン酸化膜305Aに配線溝形成用開口部を形成し、その後、マスクパターン308及び配線溝形成用開口部を有するパターン化された第2の有機含有シリコン酸化膜305Aをマスクとしてパターン化された低誘電率SOG膜304Aに対してドライエッチングを行なって配線溝311を形成する。配線溝311を形成する工程においては、第1の有機含有シリコン酸化膜303Aに対するエッチングレートが低誘電率SOG膜304Aに対するエッチングレートに比べて十分に遅くなるようなエッチング条

して第1の有機膜203に対してそれぞれドライエッチングを行なって、図10(c)に示すように、パターン化された第2の有機膜205Aに配線溝211を形成すると共に、コンタクトホール210を有するパターン化された第1の有機膜203Aを形成する。

【0069】次に、パターン化された有機含有シリコン酸化膜204Aをマスクとしてシリコン窒化膜202に対してドライエッチングを行なって、図11(a)に示すように、パターン化されたシリコン窒化膜202Aを形成すると共に、第1の金属配線201をコンタクトホール210に露出させる。

【0070】次に、パターン化された第1の有機膜203A及びパターン化された第2の有機膜205Aに対してアンモニアガスを用いるプラズマ処理を行なう。このようにすると、図11(b)に示すように、パターン化された第1の有機膜203Aにおけるコンタクトホール210に露出する壁部及びパターン化された第2の有機膜205Aにおける配線溝211に露出する壁部に、アミノ基及びアミド基を有する密着層212がそれぞれ形成される。その後、コンタクトホール210及び配線溝211が埋まるように全面に亘って金属膜213を堆積する。金属膜213の組成は特に限定されず、銅、アルミニウム、金、銀、ニッケル、コバルト、タングステン又はこれらの合金等を用いることができると共に、金属膜213の堆積方法も特に限定されず、メッキ法、CVD法又はスパッタ法等を用いることができる。

【0071】次に、図11(c)に示すように、パターン化された第2の有機膜205Aの上に堆積されている、金属膜213及びマスクパターン208を例えばCMP法により除去して、金属膜213からなる、第2の金属配線214及びコンタクト215を形成する。

【0072】尚、第2の金属配線214の上に、前述した工程と同様の工程を行なうことにより、多層配線構造を形成することができる。

【0073】(第3の実施形態)以下、本発明の第3の実施形態に係る配線構造体の形成方法について、図12(a)～(c)、図13(a)～(c)及び図14(a)～(c)を参照しながら説明する。

【0074】まず、図12(a)に示すように、半導体基板300上に形成された第1の金属配線301の上に、後に行なわれるエッチング工程において第1の金属配線301を保護する例えば50nmの膜厚を有するシリコン窒化膜302を形成した後、該シリコン窒化膜302の上に、例えば1μmの膜厚を有すると共にシリコン酸化物中に有機成分を含有する第1の有機含有シリコン酸化膜303(第1の絶縁膜)を堆積する。次に、第1の有機含有シリコン酸化膜303の上に、例えば400nmの膜厚を有すると共にシロキサン骨格を有する低誘電率SOG膜304(第2の絶縁膜)を堆積した後、該低誘電率SOG膜304の上に、例えば50nmの膜

厚を有すると共にシリコン酸化物中に有機成分を含有する第2の有機含有シリコン酸化膜305(第3の絶縁膜)を堆積し、その後、第2の有機含有シリコン酸化膜305の上に例えば50nmの膜厚を有する窒化チタン膜306を形成する。

【0075】第1の有機含有シリコン酸化膜303及び第2の有機含有シリコン酸化膜305の堆積方法については、特に限定されないが、例えばフェニルトリメトキシランを主原料とする反応性ガスを用いるCVD法が挙げられる。また、シロキサン骨格を有する低誘電率SOG膜304としてはHSQ膜を用いることができる。

【0076】尚、窒化チタン膜306に代えて、第1及び第2の有機含有シリコン酸化膜303、305並びに低誘電率SOG膜304に対して高いエッチング選択性を有する、つまりエッチング速度が十分に遅い薄膜、例えばシリコン窒化膜を用いることができる。

【0077】次に、図12(b)に示すように、窒化チタン膜306の上に、リソグラフィ工程により配線溝形成用開口部を有する第1のレジストパターン307を形成した後、該第1のレジストパターン307をマスクとして窒化チタン膜306に対してドライエッチングを行なって、図12(c)に示すように、窒化チタン膜306からなるマスクパターン308を形成する。

【0078】次に、図13(a)に示すように、第1のレジストパターン307を除去した後、第2の有機含有シリコン酸化膜305の上に、コンタクトホール形成用開口部を有する第2のレジストパターン309を形成する。その後、第2のレジストパターン309をマスクとして、第2の有機含有シリコン酸化膜305、低誘電率SOG膜304及び第1の有機含有シリコン酸化膜303に対して順次ドライエッチングを行なって、図13(b)に示すように、パターン化された第2の有機含有シリコン酸化膜305A、パターン化された低誘電率SOG膜304A及びコンタクトホール310を有するパターン化された第1の有機含有シリコン酸化膜303Aをそれぞれ形成する。

【0079】次に、図13(c)に示すように、第2のレジストパターン309を除去した後、マスクパターン308をマスクとしてパターン化された第2の有機含有シリコン酸化膜305Aに対してドライエッチングを行なって、パターン化された第2の有機含有シリコン酸化膜305Aに配線溝形成用開口部を形成し、その後、マスクパターン308及び配線溝形成用開口部を有するパターン化された第2の有機含有シリコン酸化膜305Aをマスクとしてパターン化された低誘電率SOG膜304Aに対してドライエッチングを行なって配線溝311を形成する。配線溝311を形成する工程においては、第1の有機含有シリコン酸化膜303Aに対するエッチングレートが低誘電率SOG膜304Aに対するエッチングレートに比べて十分に遅くなるようなエッチング条

件を設定することにより、パターン化された第1の有機含有シリコン酸化膜303Aに対する十分な選択比を確保できるので、配線溝311の深さを第2の有機含有シリコン酸化膜305及び低誘電率SOG膜304の合計膜厚により一義的に決定することができる。

【0080】尚、第2のレジストパターン309が第1のレジストパターン307に対して位置ずれしている恐れがある場合には、第2のレジストパターン309をマスクとして第2の有機含有シリコン酸化膜305に対してドライエッチングを行なう前に、第2のレジストパターン309をマスクとしてマスクパターン308に対するドライエッチングを行なうことが好ましい。すなわち、第2のレジストパターン309が第1のレジストパターン307に対して位置ずれしているために、マスクパターン308が第2のレジストパターン309のコンタクトホール形成用開口部に露出している場合には、第2のレジストパターン309をマスクとしてマスクパターン308に対してドライエッチングを行なうことにより、マスクパターン308の開口部を配線溝形成用開口部及びコンタクトホール形成用開口部を含む大きさに拡大する。

【0081】次に、パターン化された第1の有機含有シリコン酸化膜303Aをマスクとしてシリコン窒化膜302に対してドライエッチングを行なって、図14

(a)に示すように、パターン化されたシリコン窒化膜302Aを形成すると共に、第1の金属配線301をコンタクトホール310に露出させる。

【0082】次に、図14(b)に示すように、コンタクトホール310及び配線溝311の壁面に例えば50nmの膜厚を有する窒化チタン層からなる密着層312を堆積した後、コンタクトホール310及び配線溝311が埋まるように全面に亘って金属膜313を堆積する。金属膜313の組成は特に限定されず、銅、アルミニウム、金、銀、ニッケル、コバルト、タングステン又はこれらの合金等を用いることができると共に、金属膜313の堆積方法も特に限定されず、メッキ、CVD法又はスパッタ法等を用いることができる。

【0083】次に、図14(c)に示すように、パターン化された第2の有機含有シリコン酸化膜305Aの上に堆積されている、密着層312、金属膜313及びマスクパターン308を例えばCMP法により除去して、金属膜313からなる第2の金属配線314、及び第1の金属配線301と第2の金属配線314とを接続する金属膜313からなるコンタクト315を形成する。

【0084】尚、第2の金属配線314の上に、前述した工程と同様の工程を行なうことにより、多層配線構造を形成することができる。

【0085】第3の実施形態によると、第1のレジストパターン307を酸素プラズマを用いるアッシングにより除去する際には、低誘電率SOG膜304の上に第2

の有機含有シリコン酸化膜305が存在しているため、低誘電率SOG膜304が酸素プラズマに曝されることはない。

【0086】また、第2のレジストパターン309をマスクとして、第2の有機含有シリコン酸化膜305、低誘電率SOG膜304及び第1の有機含有シリコン酸化膜303に対して順次ドライエッチングを行なった後、第2のレジストパターン309を酸素プラズマを用いるアッシングにより除去するため、パターン化された低誘電率SOG膜304Aにおけるコンタクトホール形成用開口部に露出する領域は酸素プラズマに曝されるのでダメージを受ける。しかしながら、パターン化された低誘電率SOG膜304Aにおけるダメージ層は、パターン化された低誘電率SOG膜304Aに配線溝311を形成する際に除去されるので、後工程において悪影響を及ぼさない。

【0087】従って、低誘電率SOG膜304としては、酸素プラズマによって劣化する材料を使用することが可能である。例えば、HSQ膜は、酸素プラズマに曝されると、Si-H結合が酸化されてしまうため、含有水分量の増加及び比誘電率の増加が起こって、素子の信頼性及び性能の劣化が引き起こされるが、第3の実施形態によると、配線溝311が形成された後のパターン化された低誘電率SOG膜304Aは酸素プラズマの影響を受けていないので、層間絶縁膜としてHSQ膜を用いても、素子の信頼性及び性能の劣化を回避することができる。

【0088】(第3の実施形態の変形例)以下、本発明の第3の実施形態の変形例に係る配線構造体の形成方法について、図15(a)～(c)、図16(a)～(d)及び図17(a)～(c)を参照しながら説明する。

【0089】まず、図15(a)に示すように、半導体基板350上に形成された第1の金属配線351の上に、後に行なわれるエッチング工程において第1の金属配線351を保護する例えば50nmの膜厚を有するシリコン窒化膜352を形成した後、該シリコン窒化膜352の上に、例えば1 μ mの膜厚を有する第1のシリコン酸化膜353(第1の絶縁膜)を堆積する。次に、第1のシリコン酸化膜353の上に、例えば400nmの膜厚を有する有機膜354(第2の絶縁膜)を堆積した後、該有機膜354の上に、例えば50nmの膜厚を有する第2のシリコン酸化膜355(第3の絶縁膜)を堆積し、その後、第2のシリコン酸化膜355の上に例えば50nmの膜厚を有する窒化チタン膜356を形成する。

【0090】第1のシリコン酸化膜353及び第2のシリコン酸化膜355の堆積方法については、特に限定されないが、例えばフェニルトリメトキシランを主原料とする反応性ガスを用いるCVD法が挙げられる。

【0091】尚、窒化チタン膜356に代えて、第1及び第2のシリコン酸化膜353、355並びに有機膜354に対して高いエッチング選択性を有する、つまりエッチング速度が十分に遅い薄膜、例えばシリコン窒化膜を用いることができる。

【0092】次に、図15(b)に示すように、窒化チタン膜356の上に、リソグラフィ工程により配線溝形成用開口部を有する第1のレジストパターン357を形成した後、該第1のレジストパターン357をマスクとして窒化チタン膜356に対してドライエッチングを行なって、図15(c)に示すように、窒化チタン膜356からなるマスクパターン358を形成する。

【0093】次に、図16(a)に示すように、第1のレジストパターン357を除去した後、第2のシリコン酸化膜355の上に、コンタクトホール形成用開口部を有する第2のレジストパターン359を形成する。その後、第2のレジストパターン359をマスクとして、第2のシリコン酸化膜355及び有機膜354に対して順次ドライエッチングを行なって、図16(b)に示すように、コンタクトホール形成用開口部360を有する、パターン化された第2のシリコン酸化膜355A及びパターン化された有機膜354Aをそれぞれ形成する。この場合、有機膜354に対するエッチング工程において第2のレジストパターン359が除去される。

【0094】次に、図16(c)に示すように、パターン化された第2のシリコン酸化膜355A及びパターン化された有機膜354Aをマスクとして第1のシリコン酸化膜353に対してドライエッチングを行なって、コンタクトホール361を有するパターン化された第1のシリコン酸化膜353Aを形成する。このエッチング工程において、パターン化された第2のシリコン酸化膜355Aにマスクパターン358が転写されるので、パターン化された第2のシリコン酸化膜355Aに配線溝形成用開口部が形成される。

【0095】次に、図16(d)に示すように、マスクパターン358及び配線溝形成用開口部を有するパターン化された第2のシリコン酸化膜355Aをマスクとしてパターン化された有機膜354Aに対してドライエッチングを行なって配線溝362を形成する。配線溝362を形成する工程においては、第1のシリコン酸化膜353Aに対するエッチングレートが有機膜354Aに対するエッチングレートに比べて十分に遅くなるようなエッチング条件を設定することにより、パターン化された第1のシリコン酸化膜353Aに対する十分な選択比を確保できるので、配線溝362の深さを第2のシリコン酸化膜355及び有機膜354の合計膜厚により一義的に決定することができる。

【0096】尚、第2のレジストパターン359が第1のレジストパターン357に対して位置ずれしている恐れがある場合には、第2のレジストパターン359をマ

スクとして第2のシリコン酸化膜355に対してドライエッチングを行なう前に、第2のレジストパターン359をマスクとしてマスクパターン358に対するドライエッチングを行なうことが好ましい。すなわち、第2のレジストパターン359が第1のレジストパターン357に対して位置ずれしているために、マスクパターン358が第2のレジストパターン359のコンタクトホール形成用開口部に露出している場合には、第2のレジストパターン359をマスクとしてマスクパターン358に対してドライエッチングを行なうことにより、マスクパターン358の開口部を配線溝形成用開口部及びコンタクトホール形成用開口部を含む大きさに拡大する。

【0097】次に、パターン化された第1のシリコン酸化膜353Aをマスクとしてシリコン窒化膜352に対してドライエッチングを行なって、図17(a)に示すように、パターン化されたシリコン窒化膜352Aを形成すると共に、第1の金属配線351をコンタクトホール361に露出させる。

【0098】次に、図17(b)に示すように、コンタクトホール361及び配線溝362の壁面に例えば50nmの膜厚を有する窒化チタン層からなる密着層363を堆積した後、コンタクトホール361及び配線溝362が埋まるように全面に亘って金属膜364を堆積する。金属膜364の組成は特に限定されず、銅、アルミニウム、金、銀、ニッケル、コバルト、タングステン又はこれらの合金等を用いることができると共に、金属膜364の堆積方法も特に限定されず、メッキ法、CVD法又はスパッタ法等を用いることができる。

【0099】次に、図17(c)に示すように、パターン化された第2のシリコン酸化膜355Aの上に堆積されている、密着層363、金属膜364及びマスクパターン358を例えばCMP法により除去して、金属膜364からなる第2の金属配線365、及び第1の金属配線351と第2の金属配線365とを接続する金属膜364からなるコンタクト366を形成する。

【0100】尚、第2の金属配線365の上に、前述した工程と同様の工程を行なうことにより、多層配線構造を形成することができる。

【0101】第3の実施形態の変形例によると、第1のレジストパターン357を酸素プラズマを用いるアッシングにより除去する際には、有機膜354の上に第2のシリコン酸化膜355が存在しているため、有機膜354が酸素プラズマに曝されることはない。

【0102】また、第2のレジストパターン359をマスクとして、第2のシリコン酸化膜355及び有機膜354に対してドライエッチングを行なう際に、第2のレジストパターン359が除去されるため、第2のレジストパターン359を酸素プラズマを用いるアッシングによって除去する必要がないので、有機膜354は酸素プラズマに曝されることがない。

【0103】(第4の実施形態)以下、本発明の第4の実施形態に係る配線構造体の形成方法について、図18(a)～(c)、図19(a)～(c)及び図20(a)～(c)を参照しながら説明する。

【0104】まず、図18(a)に示すように、半導体基板400上に形成された第1の金属配線401の上に、後に行なわれるエッチング工程において第1の金属配線401を保護する例えば50nmの膜厚を有するシリコン窒化膜402を形成した後、該シリコン窒化膜402の上に、例えば1 μ mの膜厚を有すると共にシロキサン骨格を有する第1の低誘電率SOG膜403(第1の絶縁膜)を堆積する。次に、第1の低誘電率SOG膜403の上に、例えば50nmの膜厚を有すると共にシリコン酸化物中に有機成分を含有する有機含有シリコン酸化膜404(第2の絶縁膜)を堆積した後、該有機含有シリコン酸化膜404の上に、例えば400nmの膜厚を有すると共にシロキサン骨格を有する第2の低誘電率SOG膜405(第3の絶縁膜)を堆積し、その後、該第2の低誘電率SOG膜405の上に例えば50nmの膜厚を有する窒化チタン膜406を堆積する。

【0105】第1及び第2の低誘電率SOG膜403、405としては例えばHSQ膜を用いることができる。また、有機含有シリコン酸化膜404の堆積方法については、特に限定されないが、例えばフェニルトリメトキシランを主原料とする反応性ガスを用いるCVD法が挙げられる。このようにすると、シリコン酸化物中にシリコン原子と結合したフェニル基が取り込まれた構造を有する有機含有シリコン酸化膜404が得られる。

【0106】尚、窒化チタン膜406に代えて、第1及び第2の低誘電率SOG膜403、405並びに有機含有シリコン酸化膜404に対して高いエッチング選択性を有する、つまりエッチング速度が十分に遅い薄膜、例えばシリコン窒化膜を用いることができる。

【0107】次に、図18(b)に示すように、窒化チタン膜406の上に、リソグラフィ工程により配線溝形成用開口部を有する第1のレジストパターン407を形成した後、該第1のレジストパターン407をマスクとして窒化チタン膜406に対してドライエッチングを行なって、図18(c)に示すように、窒化チタン膜406からなるマスクパターン408を形成する。

【0108】次に、第1のレジストパターン407を除去することなく、第2の低誘電率SOG膜405の上に、リソグラフィ工程によりコンタクトホール形成用開口部を有する第2のレジストパターン409を形成した後、該第2のレジストパターン409をマスクとして、第2の低誘電率SOG膜405及び有機含有シリコン酸化膜404に対して順次ドライエッチングを行なって、図19(a)に示すように、パターン化された第2の低誘電率SOG膜405A及びパターン化された有機含有シリコン酸化膜404Aをそれぞれ形成する。

【0109】次に、第1及び第2のレジストパターン407、409を酸素プラズマを用いるアッシングにより除去すると、図19(b)に示すように、パターン化された第2の低誘電率SOG膜405A及び第1の低誘電率SOG膜403におけるコンタクトホール形成用開口部に露出する領域にダメージ層410が形成されてしまう。

【0110】次に、マスクパターン408をマスクとしてパターン化された第2の低誘電率SOG膜405Aに対して、またパターン化された有機含有シリコン酸化膜404Aをマスクとして第1の低誘電率SOG膜403に対してそれぞれドライエッチングを行なって、図19(c)に示すように、パターン化された第2の低誘電率SOG膜405Aに配線溝412を形成すると共に、コンタクトホール411を有するパターン化された第1の低誘電率SOG膜403Aを形成する。このドライエッチング工程により、パターン化された第2の低誘電率SOG膜405A及び第1の低誘電率SOG膜403のダメージ層410は除去される。

【0111】次に、パターン化された有機含有シリコン酸化膜404Aをマスクとしてシリコン窒化膜402に対してドライエッチングを行なって、図20(a)に示すように、パターン化されたシリコン窒化膜402Aを形成すると共に、第1の金属配線401をコンタクトホール411に露出させる。

【0112】次に、図20(b)に示すように、コンタクトホール411及び配線溝412の壁面に例えば50nmの膜厚を有する窒化チタン層からなる密着層413を堆積した後、コンタクトホール411及び配線溝412が埋まるように全面に亘って金属膜414を堆積する。金属膜414の組成は特に限定されず、銅、アルミニウム、金、銀、ニッケル、コバルト、タングステン又はこれらの合金等を用いることができると共に、金属膜414の堆積方法も特に限定されず、メッキ法、CVD法又はスパッタ法等を用いることができる。

【0113】次に、図20(c)に示すように、パターン化された第2の低誘電率SOG膜405Aの上に堆積されている、密着層413、金属膜414及びマスクパターン408を例えばCMP法により除去して、金属膜414からなる第2の金属配線415、及び第1の金属配線401と第2の金属配線415とを接続する金属膜414からなるコンタクト416を形成する。

【0114】尚、第2の金属配線414の上に、前述した工程と同様の工程を行なうことにより、多層配線構造を形成することができる。

【0115】第4の実施形態によると、第1及び第2のレジストパターン407、409を酸素プラズマを用いるアッシングにより除去する際に、パターン化された第2の低誘電率SOG膜405A及び第1の低誘電率SOG膜403にダメージ層410が形成されてしまうが、

該ダメージ層410はコンタクトホール411及び配線溝412を形成する際に除去される。

【0116】従って、第1及び第2の低誘電率SOG膜403、405としては、酸素プラズマによって劣化する材料を使用することが可能である。例えば、HSQ膜は、酸素プラズマに曝されると、Si-H結合が酸化されてしまうため、含有水分量の増加及び比誘電率の増加が起こって、素子の信頼性及び性能の劣化が引き起こされるが、第4の実施形態によると、コンタクトホール411が形成された後のパターン化された第1の低誘電率SOG膜403A、及び配線溝412が形成された後のパターン化された第2の低誘電率SOG膜405Aは酸素プラズマの影響を受けていないので、層間絶縁膜としてHSQ膜を用いても、素子の信頼性及び性能の劣化を回避することができる。

【0117】(第5の実施形態)以下、本発明の第5の実施形態に係る配線構造体の形成方法について、図21(a)～(c)、図22(a)～(c)、図23(a)～(d)を参照しながら説明する。

【0118】まず、図21(a)に示すように、半導体基板500上に形成された第1の金属配線501の上に、後に行なわれるエッチング工程において第1の金属配線501を保護する例えば50nmの膜厚を有するシリコン窒化膜502を形成した後、該シリコン窒化膜502の上に、例えば400nmの膜厚を有すると共に有機成分を主成分とする第1の有機膜503(第1の絶縁膜)を堆積する。次に、第1の有機膜503の上に例えば100nmの膜厚を有する第1のシリコン酸化膜504(第2の絶縁膜)を堆積した後、該第1のシリコン酸化膜504の上に、例えば300nmの膜厚を有すると共に有機成分を主成分とする第2の有機膜505(第3の絶縁膜)を堆積する。次に、第2の有機膜505の上に例えば200nmの膜厚を有する第2のシリコン酸化膜506(第4の絶縁膜)を堆積した後、該第2のシリコン酸化膜506の上に例えば50nmの膜厚を有する窒化チタン膜507(薄膜)を堆積する。

【0119】第1及び第2の有機膜503、505の堆積方法については、特に限定されないが、例えばパーフルオロデカリンを主原料とする反応性ガスを用いるプラズマCVD法が挙げられる。また、第1及び第2の有機膜503、505としては、プラズマCVD法、塗布法又は熱CVD法により形成された、炭化水素膜又はフッ素を含有する炭化水素膜を用いることができ、具体的には、ポリテトラフルオロエチレン、酸素含有ポリテトラフルオロエチレン、フッ素化ポリイミド又はポリアリルエーテル等を用いることができる。

【0120】第1及び第2のシリコン酸化膜504、506の堆積方法についても、特に限定されないが、例えばプラズマCVD法が挙げられる。

【0121】尚、窒化チタン膜507に代えて、第1及

び第2の有機膜503、505並びに第1及び第2のシリコン酸化膜504、506に対して高いエッチング選択性を有する、つまりエッチング速度が十分に遅い薄膜、例えばシリコン窒化膜を用いることができる。

【0122】次に、図21(b)に示すように、窒化チタン膜507の上に、リソグラフィ工程により配線溝形成用開口部を有する第1のレジストパターン508を形成した後、該第1のレジストパターン508をマスクとして窒化チタン膜507に対してドライエッチングを行なって、図21(c)に示すように、配線溝形成用開口部を有する窒化チタン膜507からなるマスクパターン509を形成する。

【0123】次に、図22(a)に示すように、第1のレジストパターン508を例えば酸素プラズマにより除去する。この場合、有機成分を主成分とする第2の有機膜505の上には第2のシリコン酸化膜506が存在しているため、第1のレジストパターン508を酸素プラズマを用いるアッシングにより除去しても、第2の有機膜505に膜質の劣化は引き起こされない。

【0124】次に、図22(b)に示すように、マスクパターン509の上に、リソグラフィ工程によりコンタクトホール形成用開口部を有する第2のレジストパターン510を形成した後、該第2のレジストパターン510及びマスクパターン509をマスクとして第2のシリコン酸化膜506に対してドライエッチングを行なって、図22(c)に示すように、コンタクトホール形成用開口部を有するパターン化された第2のシリコン酸化膜506Aを形成する。

【0125】次に、パターン化された第2のシリコン酸化膜506Aをマスクとして第2の有機膜505に対してドライエッチングを行なって、図23(a)に示すように、コンタクトホール形成用開口部を有するパターン化された第2の有機膜505Aを形成する。この場合、第2の有機膜505と第2のレジストパターン510とは共に有機成分を主成分としているため、第2の有機膜505に対するエッチングレートと、第2のレジストパターン510に対するエッチングレートとはほぼ等しいので、第2の有機膜505に対するドライエッチング工程において第2のレジストパターン510は除去される。パターン化された第2のシリコン酸化膜506Aは、第2のレジストパターン510に対するドライエッチング工程においてエッチングストッパーとして機能する。

【0126】尚、第2の有機膜505に対するドライエッチング工程において、第2のレジストパターン510が残存しても差し支えない。その理由は、残存する第2のレジストパターン510は、後に行なわれる第1の有機膜503に対するドライエッチング工程(図23(c)を参照)において除去されるからである。

【0127】次に、マスクパターン509をマスクとし

てパターン化された第2のシリコン酸化膜506Aに対してドライエッチングを行なうと共に、パターン化された第2の有機膜505Aをマスクとして第1のシリコン酸化膜504に対してドライエッチングを行なって、図23(b)に示すように、配線溝形成用開口部を有するパターン化された第2のシリコン酸化膜506Bを形成すると共に、コンタクトホール形成用開口部を有するパターン化された第1のシリコン酸化膜504Aを形成する。

【0128】次に、マスクパターン509をマスクとしてパターン化された第2の有機膜505Aに対してドライエッチングを行なうと共に、パターン化された第1のシリコン酸化膜504Aをマスクとして第1の有機膜503に対してドライエッチングを行なって、図23(c)に示すように、配線溝511を有するパターン化された第2の有機膜505Bを形成すると共に、コンタクトホール512を有するパターン化された第1の有機膜503Aを形成する。

【0129】次に、パターン化された第1のシリコン酸化膜504Aをマスクとしてシリコン窒化膜502に対してドライエッチングを行なって、パターン化されたシリコン窒化膜502A(図23(d)を参照)を形成すると共に、第1の金属配線501をコンタクトホール512に露出させる。次に、図示は省略しているが、第1の実施形態と同様、コンタクトホール512及び配線溝511の壁面に例えば50nmの膜厚を有する窒化チタンからなる密着層を堆積した後、コンタクトホール512及び配線溝511が埋まるように全面に亘って金属膜を堆積する。金属膜の組成は特に限定されず、銅、アルミニウム、金、銀、ニッケル、コバルト、タングステン又はこれらの合金等を用いることができると共に、金属膜の堆積方法も特に限定されず、メッキ法、CVD法又はスパッタ法等を用いることができる。次に、パターン化された第2のシリコン酸化膜506Bの上に堆積されている、密着層、金属膜及びマスクパターン509を例えばCMP法により除去して、図23(d)に示すように、第2の金属配線513、及び第1の金属配線501と第2の金属配線513とを接続するコンタクト514を形成する。

【0130】尚、第2の金属配線513の上に、前述した工程と同様の工程を行なうことにより、多層配線構造を形成することができる。

【0131】第5の実施形態によると、第1のレジストパターン508を例えば酸素プラズマにより除去する際には、酸素プラズマによるダメージを受けやすい第2の有機膜505の上には第2のシリコン酸化膜506が存在しているため、第2の有機膜505に膜質の劣化が引き起こされない。

【0132】また、第2の有機膜505に対するドライエッチング工程においては、第1のシリコン酸化膜50

4がエッチングストッパーとして機能するので、第1の有機膜503が膜質の劣化を起こす事態を防止できる。

【0133】(第5の実施形態の変形例)以下、本発明の第5の実施形態の変形例に係る配線構造体の形成方法について、図24(a)~(c)、図25(a)~(c)、図26(a)~(d)、図27(a)、(b)、図28(a)、(b)及び図29(a)、(b)を参照しながら説明する。

【0134】まず、図24(a)に示すように、半導体基板550上に形成された第1の金属配線551の上に、後に行なわれるエッチング工程において第1の金属配線551を保護する例えば50nmの膜厚を有するシリコン窒化膜552を形成した後、該シリコン窒化膜552の上に、例えば400nmの膜厚を有すると共に有機成分を主成分とする第1の有機膜553(第1の絶縁膜)を堆積する。次に、第1の有機膜553の上に例えば100nmの膜厚を有する第1のシリコン酸化膜554(第2の絶縁膜)を堆積した後、該第1のシリコン酸化膜554の上に、例えば300nmの膜厚を有すると共に有機成分を主成分とする第2の有機膜555(第3の絶縁膜)を堆積する。次に、第2の有機膜555の上に例えば200nmの膜厚を有する第2のシリコン酸化膜556(第4の絶縁膜)を堆積した後、該第2のシリコン酸化膜556の上に例えば50nmの膜厚を有する窒化チタン膜557を堆積する。

【0135】第1及び第2の有機膜553、555並びに第1及び第2のシリコン酸化膜554、556の堆積方法については、第5の実施形態と同様であると共に、窒化チタン膜557に代えて、第1及び第2の有機膜553、555並びに第1及び第2のシリコン酸化膜554、556に対して高いエッチング選択性を有する薄膜を用いることができる。

【0136】次に、図24(b)に示すように、窒化チタン膜557の上に、配線溝形成用開口部を有する第1のレジストパターン558を形成した後、該第1のレジストパターン558をマスクとして窒化チタン膜557に対してドライエッチングを行なって、図24(c)に示すように、配線溝形成用開口部を有する窒化チタン膜557からなるマスクパターン559を形成する。

【0137】次に、図25(a)及び図27(a)に示すように、第1のレジストパターン558を除去した後、図25(b)に示すように、マスクパターン559の上に、コンタクトホール形成用開口部を有する第2のレジストパターン560を形成する。この場合、第5の実施形態の変形例の特徴として、第2のレジストパターン560のコンタクトホール形成用開口部の大きさとしては、第2の金属配線を形成するための配線溝に対して垂直な方向及び平行な方向に、コンタクトホールの設計寸法よりも拡大しておく。このようにする理由については後述する。

【0138】次に、第2のレジストパターン560及びマスクパターン559をマスクとして第2のシリコン酸化膜556に対してドライエッチングを行なって、図25(c)及び図27(b)に示すように、コンタクトホール形成用開口部を有するパターン化された第2のシリコン酸化膜556Aを形成する。

【0139】前述したように、第2のレジストパターン560のコンタクトホール形成用開口部の大きさは、第2の金属配線を形成するための配線溝に対して垂直及び平行な方向に設計寸法よりも拡大されているため、第2のレジストパターン560のコンタクトホール形成用開口部がマスクパターン559の配線形成用開口部に対して位置ずれをしても、パターン化された第2のシリコン酸化膜556Aに形成されるコンタクトホール形成用開口部は、第2のレジストパターン560のコンタクトホール形成用開口部とマスクパターン559の配線形成用開口部との重なり領域に形成されるので、パターン化された第2のシリコン酸化膜556Aのコンタクトホール形成用開口部は、自己整合的にマスクパターン559の配線形成用開口部の領域に形成される。

【0140】また、第2のレジストパターン560のコンタクトホール形成用開口部の大きさが、第2の金属配線を形成するための配線溝に対して平行な方向に拡大しているため、後に形成されるコンタクト564と第2の金属配線563(図26(d)を参照)との接続面積が拡大するので、コンタクト564は第1の金属配線551と第2の金属配線563とを確実に接続することができる。

【0141】次に、パターン化された第2のシリコン酸化膜556Aをマスクとして第2の有機膜555に対してドライエッチングを行なって、図26(a)及び図28(a)に示すように、コンタクトホール形成用開口部を有するパターン化された第2の有機膜555Aを形成する。この場合、第2の有機膜555と第2のレジストパターン560とは共に有機成分を主成分としているため、第2の有機膜555に対するエッチングレートと、第2のレジストパターン560に対するエッチングレートとはほぼ等しいので、第2の有機膜555に対するドライエッチング工程において第2のレジストパターン560は除去される。尚、第2の有機膜555に対するエッチング工程において、第2のレジストパターン560が残存しても差し支えない。その理由は、残存する第2のレジストパターン560は、後に行なわれる第1の有機膜553に対するエッチング工程(図26(c)を参照)において除去されるからである。

【0142】次に、マスクパターン559をマスクとしてパターン化された第2のシリコン酸化膜556Aに対してドライエッチングを行なうと共に、パターン化された第2の有機膜555Aをマスクとして第1のシリコン酸化膜554に対してドライエッチングを行なって、図

26(b)及び図28(b)に示すように、配線溝を有するパターン化された第2のシリコン酸化膜556Bを形成すると共に、コンタクトホール形成用開口部を有するパターン化された第1のシリコン酸化膜554Aを形成する。

【0143】次に、マスクパターン559及びパターン化された第2のシリコン酸化膜556Bをマスクとしてパターン化された第2の有機膜555Aに対してドライエッチングを行なうと共に、パターン化された第1のシリコン酸化膜554Aをマスクとして第1の有機膜553に対してドライエッチングを行なって、図26(c)及び図29(a)に示すように、配線溝561を有するパターン化された第2の有機膜555Bを形成すると共に、コンタクトホール562を有するパターン化された第1の有機膜553Aを形成する。

【0144】次に、パターン化された第1のシリコン酸化膜554Aをマスクとしてシリコン窒化膜552に対してドライエッチングを行なって、コンタクトホールを有するパターン化されたシリコン窒化膜552A(図26(d)を参照)を形成すると共に、第1の金属配線551をコンタクトホール562に露出させる。次に、図示は省略しているが、第1の実施形態と同様、コンタクトホール562及び配線溝561の壁面に例えば50nmの膜厚を有する窒化チタンからなる密着層を堆積した後、コンタクトホール562及び配線溝561が埋まるように全面に亘って金属膜を堆積し、その後、パターン化された第2のシリコン酸化膜556Bの上に堆積されている、密着層、金属膜及びマスクパターン559を例えばCMP法により除去して、図26(d)及び図29(b)に示すように、第2の金属配線563、及び第1の金属配線551と第2の金属配線563とを接続するコンタクト564を形成する。

【0145】尚、第2の金属配線563の上に、前述した工程と同様の工程を行なうことにより、多層配線構造を形成することができる。

【0146】第5の実施形態の変形例によると、第2のレジストパターン560のコンタクトホール形成用開口部の大きさは、第2の金属配線を形成するための配線溝に対して垂直及び平行な方向に設計寸法よりも拡大されているため、第2のレジストパターン560のコンタクトホール形成用開口部がマスクパターン559の配線形成用開口部に対して位置ずれをしても、パターン化された第2のシリコン酸化膜556Aに形成されるコンタクトホール形成用開口部は、第2のレジストパターン560のコンタクトホール形成用開口部とマスクパターン559の配線形成用開口部との重なり領域に形成されるので、パターン化された第2のシリコン酸化膜556Aのコンタクトホール形成用開口部は、自己整合的にマスクパターン559の配線形成用開口部の領域に形成される。従って、コンタクト564と第2の金属配線563

との接合を確実に確保することができる。

【0147】また、第2のレジストパターン560のコンタクトホール形成用開口部の大きさが、第2の金属配線を形成するための配線溝に対して平行な方向に拡大しているため、コンタクト564と第2の金属配線563との接続面積が拡大するので、コンタクト564は第1の金属配線551と第2の金属配線563とを確実に接続することができる。

【0148】図36は、第5の実施形態の変形例に係るマスクパターン559の配線形成用開口部と第2のレジストパターン560のコンタクトホール形成用開口部との関係を示しており、図36から分かるように、第2のレジストパターン560のコンタクトホール形成用開口部は設計寸法よりも拡大している。

【0149】図37(a)は第5の実施形態の変形例における、マスクパターンと第2のレジストパターンとの位置関係及び第1の金属配線とコンタクトとの位置関係を示し、図面の上部はマスクパターン559の配線形成用開口部と第2のレジストパターン560のコンタクトホール形成用開口部との位置関係を示し、図面の中央部はA-A線の断面状態を示し、図面の下部は第1の金属配線551とコンタクト564との位置関係を示している。図37(b)は第5の実施形態における、マスクパターンと第2のレジストパターンとの位置関係及び第1の金属配線とコンタクトとの位置関係を示し、図面の上部はマスクパターン509の配線形成用開口部と第2のレジストパターン510のコンタクトホール形成用開口部との位置関係を示し、図面の中央部はB-B線の断面状態を示し、図面の下部は第1の金属配線501とコンタクト514との位置関係を示している。

【0150】第5の実施形態のように、第2のレジストパターン510のコンタクトホール形成用開口部の大きさを設計寸法通りに設定すると、図37(b)から分かるように、第2のレジストパターン510のコンタクトホール形成用開口部がマスクパターン509の配線形成用開口部に対して位置ずれしたときには、コンタクト514と第1の金属配線501との接続部(斜線で示す領域)の面積は大きく低減してしまう。これに対して、第5の実施形態の変形例のように、第2のレジストパターン560のコンタクトホール形成用開口部の大きさを設計寸法よりも拡大しておくと、図37(a)から分かるように、第2のレジストパターン560のコンタクトホール形成用開口部がマスクパターン559の配線形成用開口部に対して位置ずれしても、コンタクト564と第1の金属配線551との接続部(斜線で示す領域)の面積は余り低減しない。

【0151】(第6の実施形態)以下、本発明の第6の実施形態に係る配線構造体の形成方法について、図30(a)~(c)、図31(a)~(c)、図32(a)~(c)を参照しながら説明する。

【0152】まず、図30(a)に示すように、半導体基板600上に形成された第1の金属配線601の上に、後に行なわれるエッチング工程において第1の金属配線601を保護する例えば50nmの膜厚を有するシリコン窒化膜602を形成した後、該シリコン窒化膜602の上に、例えば400nmの膜厚を有すると共に有機成分を主成分とする第1の有機膜603(第1の絶縁膜)を堆積する。次に、第1の有機膜603の上に例えば100nmの膜厚を有するシリコン酸化膜604(第2の絶縁膜)を堆積した後、該シリコン酸化膜604の上に、例えば300nmの膜厚を有すると共に有機成分を主成分とする第2の有機膜605(第3の絶縁膜)を堆積する。次に、第2の有機膜605の上に例えば50nmの膜厚を有する窒化チタン膜606(薄膜)を堆積する。

【0153】第1及び第2の有機膜603、605の堆積方法については、特に限定されないが、例えばパーフルオロデカリンを主原料とする反応性ガスを用いるプラズマCVD法が挙げられる。また、第1及び第2の有機膜603、605としては、プラズマCVD法、塗布法又は熱CVD法により形成された、炭化水素膜又はフッ素を含有する炭化水素膜を用いることができ、具体的には、ポリテトラフルオロエチレン、酸素含有ポリテトラフルオロエチレン、フッ素化ポリイミド又はポリアリルエーテル等を用いることができる。

【0154】シリコン酸化膜604の堆積方法についても、特に限定されないが、例えばプラズマCVD法が挙げられる。

【0155】尚、窒化チタン膜606に代えて、第1及び第2の有機膜603、605並びにシリコン酸化膜604に対して高いエッチング選択性を有する、つまりエッチング速度が十分に遅い薄膜、例えばシリコン窒化膜を用いることができる。

【0156】次に、図30(b)に示すように、窒化チタン膜606の上に、リソグラフィ工程により配線溝形成用開口部を有する第1のレジストパターン607を形成した後、該第1のレジストパターン607をマスクとして窒化チタン膜606に対してドライエッチングを行なって、図30(c)に示すように、配線溝形成用開口部を有する窒化チタン膜606からなるマスクパターン608を形成する。

【0157】次に、図31(a)に示すように、第1のレジストパターン607を例えば有機系剥離液を用いて除去する。このようにすると、第2の有機膜605が酸素プラズマに曝されないため、第2の有機膜605に膜質の劣化が起こらない。

【0158】次に、図31(b)に示すように、マスクパターン608の上に、リソグラフィ工程によりコンタクトホール形成用開口部を有する第2のレジストパターン609を形成した後、該第2のレジストパターン60

9及びマスクパターン608をマスクとして第2の有機膜605に対してドライエッチングを行なうと、図31(c)に示すように、コンタクトホール形成用開口部を有するパターン化された第2の有機膜605Aを形成する。この場合、第2の有機膜605と第2のレジストパターン609とは共に有機成分を主成分としているため、第2の有機膜605に対するエッチングレートと、第2のレジストパターン609に対するエッチングレートとはほぼ等しいので、第2の有機膜605に対するドライエッチング工程において第2のレジストパターン609は除去される。

【0159】尚、第2の有機膜605に対するドライエッチング工程において、第2のレジストパターン609が残存しても差し支えない。その理由は、残存する第2のレジストパターン609は、後に行なわれる第1の有機膜603に対するドライエッチング工程(図32(b)を参照)において除去されるからである。

【0160】次に、パターン化された第2の有機膜605Aをマスクにしてシリコン酸化膜604に対してドライエッチングを行なうと、図32(a)に示すように、コンタクトホール形成用開口部を有するパターン化されたシリコン酸化膜604Aを形成する。

【0161】次に、マスクパターン608をマスクとしてパターン化された第2の有機膜605Aに対してドライエッチングを行なうと共に、パターン化されたシリコン酸化膜604Aをマスクとして第1の有機膜603に対してドライエッチングを行なうと、図32(b)に示すように、配線溝610を有するパターン化された第2の有機膜605Bを形成すると共に、コンタクトホール611を有するパターン化された第1の有機膜603Aを形成する。

【0162】次に、マスクパターン608をマスクとしてパターン化されたシリコン酸化膜604Aに対してドライエッチングを行なうと共に、パターン化された第1の有機膜603Aをマスクとしてシリコン窒化膜602に対してドライエッチングを行なうと、配線溝を有するパターン化されたシリコン酸化膜604B及びコンタクトホールを有するパターン化されたシリコン窒化膜602A(図32(c)を参照)を形成すると共に、第1の金属配線601をコンタクトホール611に露出させる。次に、図示は省略しているが、第1の実施形態と同様、コンタクトホール611及び配線溝610の壁面に例えば50nmの膜厚を有する窒化チタンからなる密着層を堆積した後、コンタクトホール611及び配線溝610が埋まるように全面に亘って金属膜を堆積する。金属膜の組成は特に限定されず、銅、アルミニウム、金、銀、ニッケル、コバルト、タングステン又はこれらの合金等を用いることができると共に、金属膜の堆積方法も特に限定されず、メッキ法、CVD法又はスパッタ法等を用いることができる。次に、パターン化された第2の

有機膜605Bの上に堆積されている、密着層、金属膜及びマスクパターン608を例えばCMP法により除去して、図32(c)に示すように、第2の金属配線612、及び第1の金属配線601と第2の金属配線612とを接続するコンタクト613を形成する。

【0163】尚、第2の金属配線612の上に、前述した工程と同様の工程を行なうことにより、多層配線構造を形成することができる。

【0164】第6の実施形態によると、配線溝形成用開口部を有するマスクパターン608をマスクとしてドライエッチングを行なうと、配線溝610を有するパターン化された第2の有機膜605Bを形成すると共に、パターン化されたシリコン酸化膜604Aをマスクとしてドライエッチングを行なうと、コンタクトホール611を有するパターン化された第1の有機膜603Aを形成するため、つまり、配線溝610及びコンタクトホール611を同じエッチング工程によって形成することができるため、工程数の増加を抑制しつつデュアルダマシン構造を形成することができる。

【0165】第6の実施形態によると、第1のレジストパターン607を例えば有機系剥離液を用いて除去するため、第2の有機膜605に膜質の劣化が引き起こされない。

【0166】また、第2の有機膜605に対するドライエッチング工程においては、シリコン酸化膜604がエッチングストッパーとして機能するので、第1の有機膜603が膜質の劣化を起こす事態を防止できる。

【0167】(第6の実施形態の変形例)以下、本発明の第6の実施形態の変形例に係る配線構造体の形成方法について、図33(a)～(c)、図34(a)～(c)、図35(a)～(c)を参照しながら説明する。

【0168】まず、図33(a)に示すように、半導体基板650上に形成された第1の金属配線651の上に、後に行なわれるエッチング工程において第1の金属配線651を保護する例えば50nmの膜厚を有するシリコン窒化膜652を形成した後、該シリコン窒化膜652の上に、例えば400nmの膜厚を有すると共に有機成分を主成分とする第1の有機膜653(第1の絶縁膜)を堆積する。次に、第1の有機膜653の上に例えば100nmの膜厚を有するシリコン酸化膜654(第2の絶縁膜)を堆積した後、該シリコン酸化膜654の上に、例えば300nmの膜厚を有すると共に有機成分を主成分とする第2の有機膜655(第3の絶縁膜)を堆積する。次に、第2の有機膜655の上に例えば50nmの膜厚を有する窒化チタン膜656(薄膜)を堆積する。

【0169】第1及び第2の有機膜653、655の堆積方法については、特に限定されないが、例えばパーフルオロデカリンを主原料とする反応性ガスを用いるプラ

ズマCVD法が挙げられる。また、第1及び第2の有機膜653、655としては、プラズマCVD法、塗布法又は熱CVD法により形成された、炭化水素膜又はフッ素を含有する炭化水素膜を用いることができ、具体的には、ポリテトラフルオロエチレン、酸素含有ポリテトラフルオロエチレン、フッ素化ポリイミド又はポリアリルエーテル等を用いることができる。

【0170】シリコン酸化膜654の堆積方法についても、特に限定されないが、例えばプラズマCVD法が挙げられる。

【0171】尚、窒化チタン膜656に代えて、第1及び第2の有機膜653、655並びにシリコン酸化膜654に対して高いエッチング選択性を有する、つまりエッチング速度が十分に遅い薄膜、例えばシリコン窒化膜を用いることができる。

【0172】次に、図33(b)に示すように、窒化チタン膜656の上に、リソグラフィ工程により配線溝形成用開口部を有する第1のレジストパターン657を形成した後、該第1のレジストパターン657をマスクとして窒化チタン膜656に対してドライエッチングを行なって、図33(c)に示すように、配線溝形成用開口部を有する窒化チタン膜656からなるマスクパターン658を形成する。

【0173】次に、図34(a)に示すように、第1のレジストパターン657を例えば有機系剥離液を用いて除去する。このようにすると、第2の有機膜655が酸素プラズマに曝されないで、第2の有機膜655に膜質の劣化が起こらない。

【0174】次に、図34(b)に示すように、マスクパターン658の上に、リソグラフィ工程によりコンタクトホール形成用開口部を有する第2のレジストパターン659を形成する。この場合、第6の実施形態の変形例の特徴として、第2のレジストパターン659のコンタクトホール形成用開口部の大きさとしては、第2の金属配線を形成するための配線溝に対して垂直な方向及び平行な方向に、コンタクトホールの設計寸法よりも拡大しておく。このようにする理由については後述する。

【0175】次に、第2のレジストパターン659及びマスクパターン658をマスクとして第2の有機膜655に対してドライエッチングを行なって、図34(c)に示すように、コンタクトホール形成用開口部を有するパターン化された第2の有機膜655Aを形成する。この場合、第2の有機膜655と第2のレジストパターン659とは共に有機成分を主成分としているため、第2の有機膜655に対するエッチングレートと、第2のレジストパターン659に対するエッチングレートとはほぼ等しいので、第2の有機膜655に対するドライエッチング工程において第2のレジストパターン659は除去される。尚、第2の有機膜655に対するドライエッチング工程において、第2のレジストパターン659が

残存しても差し支えない。その理由は、残存する第2のレジストパターン659は、後に行なわれる第1の有機膜653に対するドライエッチング工程(図35(b)を参照)において除去されるからである。

【0176】次に、パターン化された第2の有機膜655Aをマスクにしてシリコン酸化膜654に対してドライエッチングを行なって、図35(a)に示すように、コンタクトホール形成用開口部を有するパターン化されたシリコン酸化膜654Aを形成する。

【0177】次に、マスクパターン658をマスクとしてパターン化された第2の有機膜655Aに対してドライエッチングを行なうと共に、パターン化されたシリコン酸化膜654Aをマスクとして第1の有機膜653に対してドライエッチングを行なって、図35(b)に示すように、配線溝660を有するパターン化された第2の有機膜655Bを形成すると共に、コンタクトホール661を有するパターン化された第1の有機膜653Aを形成する。

【0178】次に、マスクパターン658をマスクとしてパターン化されたシリコン酸化膜654Aに対してドライエッチングを行なうと共に、パターン化された第1の有機膜653Aをマスクとしてシリコン窒化膜652に対してドライエッチングを行なって、配線溝を有するパターン化されたシリコン酸化膜654B(図35

(c)を参照)及びコンタクトホールを有するパターン化されたシリコン窒化膜652A(図35(c)を参照)を形成すると共に、第1の金属配線651をコンタクトホール661に露出させる。次に、図示は省略しているが、第1の実施形態と同様、コンタクトホール661及び配線溝660の壁面に例えば50nmの膜厚を有する窒化チタンからなる密着層を堆積した後、コンタクトホール661及び配線溝660が埋まるように全面に亘って金属膜を堆積する。金属膜の組成は特に限定されず、銅、アルミニウム、金、銀、ニッケル、コバルト、タングステン又はこれらの合金等を用いることができると共に、金属膜の堆積方法も特に限定されず、メッキ法、CVD法又はスパッタ法等を用いることができる。次に、パターン化された第2の有機膜655Bの上に堆積されている、密着層、金属膜及びマスクパターン658を例えばCMP法により除去して、図35(c)に示すように、第2の金属配線662、及び第1の金属配線651と第2の金属配線662とを接続するコンタクト663を形成する。

【0179】尚、第2の金属配線662の上に、前述した工程と同様の工程を行なうことにより、多層配線構造を形成することができる。

【0180】第6の実施形態の変形例によると、第2のレジストパターン659のコンタクトホール形成用開口部の大きさは、第2の金属配線を形成するための配線溝に対して垂直及び平行な方向に設計寸法よりも拡大され

ているため、第2のレジストパターン659のコンタクトホール形成用開口部がマスクパターン658の配線形成用開口部に対して位置ずれをしても、パターン化された第2の有機膜655Aに形成されるコンタクトホール形成用開口部は、第2のレジストパターン659のコンタクトホール形成用開口部とマスクパターン658の配線形成用開口部との重なり領域に形成されるので、パターン化された第2の有機膜655Aのコンタクトホール形成用開口部は、自己整合的にマスクパターン658の配線形成用開口部の領域に形成される。従って、コンタクト663と第2の金属配線662との接合を確実に確保することができる。

【0181】また、第2のレジストパターン659のコンタクトホール形成用開口部の大きさが、第2の金属配線を形成するための配線溝に対して平行な方向に拡大しているため、コンタクト663と第2の金属配線662との接続面積が拡大するので、コンタクト663は第1の金属配線651と第2の金属配線662とを確実に接続することができる。

【0182】

【発明の効果】本発明に係る配線構造体の形成方法によると、第3の絶縁膜に対してドライエッチングを行なう際に、第1の絶縁膜がダメージを受けることがないため、第1の絶縁膜として、ドライエッチングによりダメージを受けるが比誘電率は低い絶縁膜を用いることが可能になるので、通常のレジストプロセスを採用しつつ比誘電率が低い層間絶縁膜を形成することができる。

【0183】また、配線溝及びコンタクトホールを同じエッチング工程によって形成することができるため、工程数の増加を抑制しつつデュアルダマシン構造を形成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】(a)～(c)は本発明の第1の実施形態に係る配線構造体の形成方法を示す断面図である。

【図2】(a)～(c)は本発明の第1の実施形態に係る配線構造体の形成方法を示す断面図である。

【図3】(a)～(c)は本発明の第1の実施形態に係る配線構造体の形成方法を示す断面図である。

【図4】(a)～(c)は本発明の第1の実施形態に係る配線構造体の形成方法において、第2のレジストパターンが位置ずれを起こした場合の問題点を説明する断面図である。

【図5】(a)～(c)は本発明の第1の実施形態に係る配線構造体の形成方法において、第2のレジストパターンが位置ずれを起こした場合の問題点を説明する断面図である。

【図6】(a)～(c)は本発明の第1の実施形態に係る配線構造体の形成方法において、第2のレジストパターンが位置ずれを起こした場合の問題点を説明する断面図である。

【図7】(a)～(c)は本発明の第1の実施形態に係る配線構造体の形成方法において、第2のレジストパターンが位置ずれを起こした場合の解決策を説明する断面図である。

【図8】(a)～(c)は本発明の第1の実施形態に係る配線構造体の形成方法において、第2のレジストパターンが位置ずれを起こした場合の解決策を説明する断面図である。

【図9】(a)～(c)は本発明の第2の実施形態に係る配線構造体の形成方法を示す断面図である。

【図10】(a)～(c)は本発明の第2の実施形態に係る配線構造体の形成方法を示す断面図である。

【図11】(a)～(c)は本発明の第2の実施形態に係る配線構造体の形成方法を示す断面図である。

【図12】(a)～(c)は本発明の第3の実施形態に係る配線構造体の形成方法を示す断面図である。

【図13】(a)～(c)は本発明の第3の実施形態に係る配線構造体の形成方法を示す断面図である。

【図14】(a)～(c)は本発明の第3の実施形態に係る配線構造体の形成方法を示す断面図である。

【図15】(a)～(c)は本発明の第3の実施形態の変形例に係る配線構造体の形成方法を示す断面図である。

【図16】(a)～(d)は本発明の第3の実施形態の変形例に係る配線構造体の形成方法を示す断面図である。

【図17】(a)～(c)は本発明の第3の実施形態の変形例に係る配線構造体の形成方法を示す断面図である。

【図18】(a)～(c)は本発明の第4の実施形態に係る配線構造体の形成方法を示す断面図である。

【図19】(a)～(c)は本発明の第4の実施形態に係る配線構造体の形成方法を示す断面図である。

【図20】(a)～(c)は本発明の第4の実施形態に係る配線構造体の形成方法を示す断面図である。

【図21】(a)～(c)は本発明の第5の実施形態に係る配線構造体の形成方法を示す断面図である。

【図22】(a)～(c)は本発明の第5の実施形態に係る配線構造体の形成方法を示す断面図である。

【図23】(a)～(d)は本発明の第5の実施形態に係る配線構造体の形成方法を示す断面図である。

【図24】(a)～(c)は本発明の第5の実施形態の変形例に係る配線構造体の形成方法を示す断面図である。

【図25】(a)～(c)は本発明の第5の実施形態の変形例に係る配線構造体の形成方法を示す断面図である。

【図26】(a)～(d)は本発明の第5の実施形態の変形例に係る配線構造体の形成方法を示す断面図である。

【図27】(a)及び(b)は本発明の第5の実施形態の変形例に係る配線構造体の形成方法を示す斜視図である。

【図28】(a)及び(b)は本発明の第5の実施形態の変形例に係る配線構造体の形成方法を示す斜視図である。

【図29】(a)及び(b)は本発明の第5の実施形態の変形例に係る配線構造体の形成方法を示す斜視図である。

【図30】(a)～(c)は本発明の第6の実施形態に係る配線構造体の形成方法を示す断面図である。

【図31】(a)～(c)は本発明の第6の実施形態に係る配線構造体の形成方法を示す断面図である。

【図32】(a)～(c)は本発明の第6の実施形態に係る配線構造体の形成方法を示す断面図である。

【図33】(a)～(c)は本発明の第6の実施形態の変形例に係る配線構造体の形成方法を示す断面図である。

【図34】(a)～(c)は本発明の第6の実施形態の変形例に係る配線構造体の形成方法を示す断面図である。

【図35】(a)～(c)は本発明の第6の実施形態の変形例に係る配線構造体の形成方法を示す断面図である。

【図36】第5の実施形態の変形例に係るマスクパターンの配線形成用開口部と第2のレジストパターンのコンタクトホール形成用開口部との関係を示す平面図である。

【図37】(a)は第5の実施形態の変形例における、マスクパターンと第2のレジストパターンとの位置関係及び第1の金属配線とコンタクトとの位置関係を示す図であり、(b)は第5の実施形態における、マスクパターンと第2のレジストパターンとの位置関係及び第1の金属配線とコンタクトとの位置関係を示す図である。

【符号の説明】

100 半導体基板
101 第1の金属配線
102 シリコン窒化膜
102A パターン化されたシリコン窒化膜
103 第1の有機膜(第1の絶縁膜)
103A パターン化された第1の有機膜
104 有機含有シリコン酸化膜(第2の絶縁膜)
104A パターン化された有機含有シリコン酸化膜
105 第2の有機膜(第3の絶縁膜)
105A パターン化された第2の有機膜
106 窒化チタン膜(薄膜)
107 第1のレジストパターン
108 マスクパターン
109 第2のレジストパターン
110 コンタクトホール

111 配線溝
112 密着層
113 金属膜
114 第2の金属配線
115 コンタクト
200 半導体基板
201 第1の金属配線
202 シリコン窒化膜
202A パターン化されたシリコン窒化膜
203 第1の有機膜(第1の絶縁膜)
203A パターン化された第1の有機膜
204 有機含有シリコン酸化膜(第2の絶縁膜)
204A パターン化された有機含有シリコン酸化膜
205 第2の有機膜(第3の絶縁膜)
205A パターン化された第2の有機膜
206 窒化チタン膜
207 第1のレジストパターン
208 マスクパターン
209 第2のレジストパターン
210 コンタクトホール
211 配線溝
212 密着層
213 金属膜
214 第2の金属配線
215 コンタクト
300 半導体基板
301 第1の金属配線
302 シリコン窒化膜
302A パターン化されたシリコン窒化膜
303 第1の有機含有シリコン酸化膜(第1の絶縁膜)
303A パターン化された第1の有機含有シリコン酸化膜
304 低誘電率SOG膜(第2の絶縁膜)
304A パターン化された低誘電率SOG膜
305 第2の有機含有シリコン酸化膜(第3の絶縁膜)
305A パターン化された第2の有機含有シリコン酸化膜
306 窒化チタン膜
307 第1のレジストパターン
308 マスクパターン
309 第2のレジストパターン
310 コンタクトホール
311 配線溝
312 密着層
313 金属膜
314 第2の金属配線
315 コンタクト
350 半導体基板

【図27】(a)及び(b)は本発明の第5の実施形態の変形例に係る配線構造体の形成方法を示す斜視図である。

【図28】(a)及び(b)は本発明の第5の実施形態の変形例に係る配線構造体の形成方法を示す斜視図である。

【図29】(a)及び(b)は本発明の第5の実施形態の変形例に係る配線構造体の形成方法を示す斜視図である。

【図30】(a)～(c)は本発明の第6の実施形態に係る配線構造体の形成方法を示す断面図である。

【図31】(a)～(c)は本発明の第6の実施形態に係る配線構造体の形成方法を示す断面図である。

【図32】(a)～(c)は本発明の第6の実施形態に係る配線構造体の形成方法を示す断面図である。

【図33】(a)～(c)は本発明の第6の実施形態の変形例に係る配線構造体の形成方法を示す断面図である。

【図34】(a)～(c)は本発明の第6の実施形態の変形例に係る配線構造体の形成方法を示す断面図である。

【図35】(a)～(c)は本発明の第6の実施形態の変形例に係る配線構造体の形成方法を示す断面図である。

【図36】第5の実施形態の変形例に係るマスクパターンの配線形成用開口部と第2のレジストパターンのコンタクトホール形成用開口部との関係を示す平面図である。

【図37】(a)は第5の実施形態の変形例における、マスクパターンと第2のレジストパターンとの位置関係及び第1の金属配線とコンタクトとの位置関係を示す図であり、(b)は第5の実施形態における、マスクパターンと第2のレジストパターンとの位置関係及び第1の金属配線とコンタクトとの位置関係を示す図である。

【符号の説明】

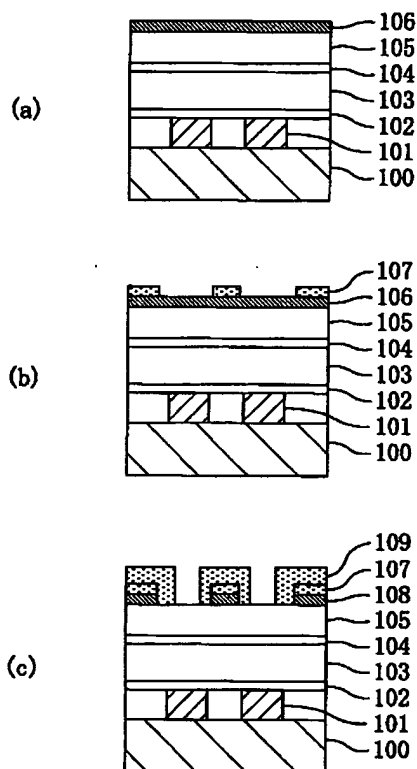
100 半導体基板
101 第1の金属配線
102 シリコン窒化膜
102A パターン化されたシリコン窒化膜
103 第1の有機膜(第1の絶縁膜)
103A パターン化された第1の有機膜
104 有機含有シリコン酸化膜(第2の絶縁膜)
104A パターン化された有機含有シリコン酸化膜
105 第2の有機膜(第3の絶縁膜)
105A パターン化された第2の有機膜
106 窒化チタン膜(薄膜)
107 第1のレジストパターン
108 マスクパターン
109 第2のレジストパターン
110 コンタクトホール

111 配線溝
112 密着層
113 金属膜
114 第2の金属配線
115 コンタクト
200 半導体基板
201 第1の金属配線
202 シリコン窒化膜
202A パターン化されたシリコン窒化膜
203 第1の有機膜(第1の絶縁膜)
203A パターン化された第1の有機膜
204 有機含有シリコン酸化膜(第2の絶縁膜)
204A パターン化された有機含有シリコン酸化膜
205 第2の有機膜(第3の絶縁膜)
205A パターン化された第2の有機膜
206 窒化チタン膜
207 第1のレジストパターン
208 マスクパターン
209 第2のレジストパターン
210 コンタクトホール
211 配線溝
212 密着層
213 金属膜
214 第2の金属配線
215 コンタクト
300 半導体基板
301 第1の金属配線
302 シリコン窒化膜
302A パターン化されたシリコン窒化膜
303 第1の有機含有シリコン酸化膜(第1の絶縁膜)
303A パターン化された第1の有機含有シリコン酸化膜
304 低誘電率SOG膜(第2の絶縁膜)
304A パターン化された低誘電率SOG膜
305 第2の有機含有シリコン酸化膜(第3の絶縁膜)
305A パターン化された第2の有機含有シリコン酸化膜
306 窒化チタン膜
307 第1のレジストパターン
308 マスクパターン
309 第2のレジストパターン
310 コンタクトホール
311 配線溝
312 密着層
313 金属膜
314 第2の金属配線
315 コンタクト
350 半導体基板

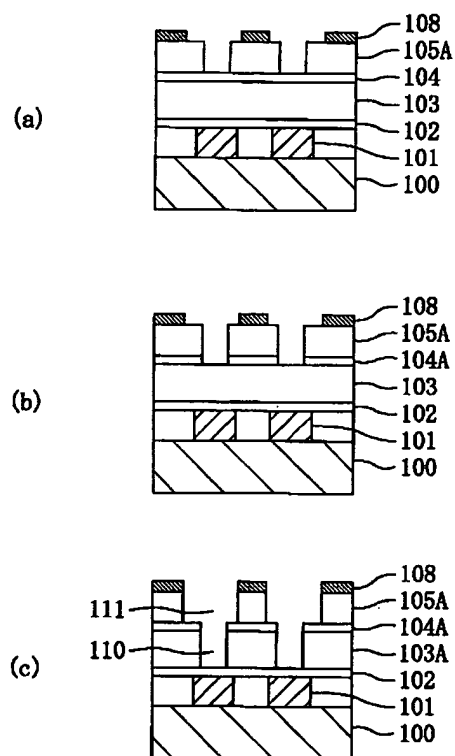
611 コンタクトホール
 612 第2の金属配線
 613 コンタクト
 650 半導体基板
 651 第1の金属配線
 652 シリコン窒化膜
 652A パターン化されたシリコン窒化膜
 653 第1の有機膜(第1の絶縁膜)
 653A パターン化された第1の有機膜
 654 シリコン酸化膜(第2の絶縁膜)
 654A パターン化されたシリコン酸化膜

655 第2の有機膜(第3の絶縁膜)
 655A パターン化された第2の有機膜
 656 窒化チタン膜(薄膜)
 657 第1のレジストパターン
 658 マスクパターン
 659 第2のレジストパターン
 660 配線溝
 661 コンタクトホール
 662 第2の金属配線
 663 コンタクト

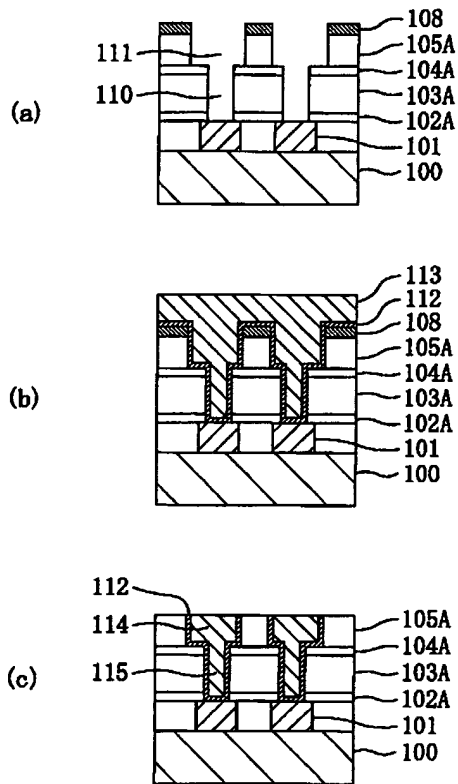
【図1】



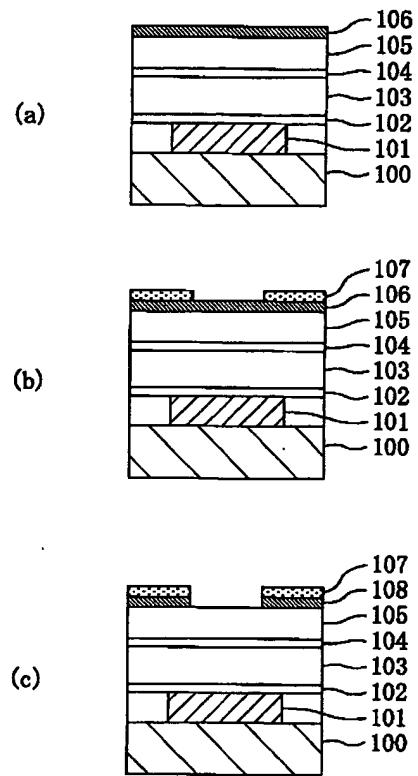
【図2】



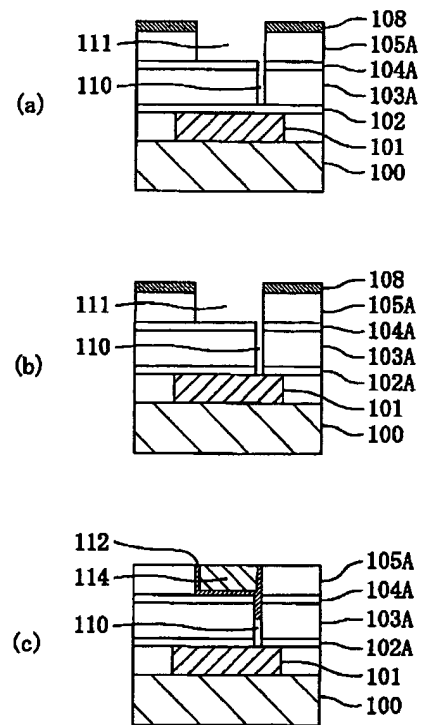
【図3】



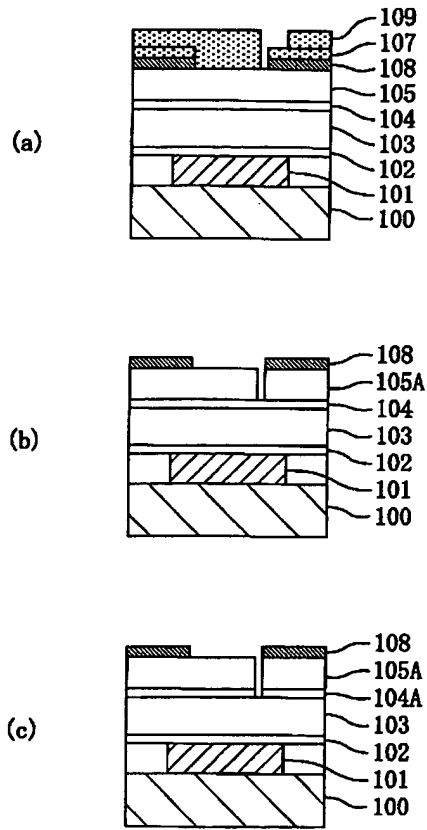
【図4】



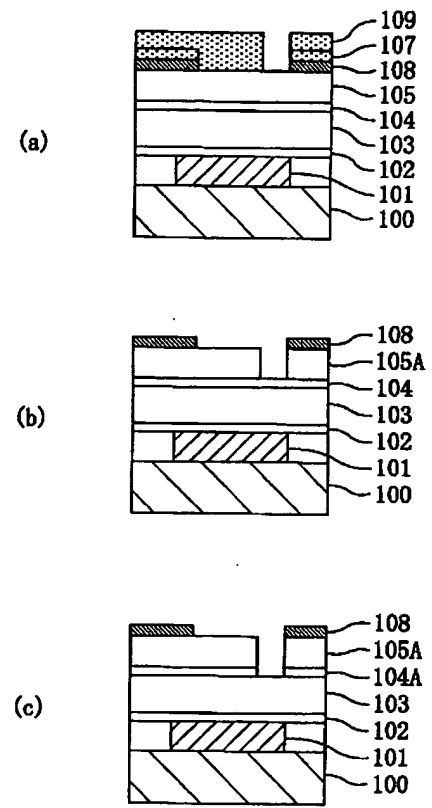
【図6】



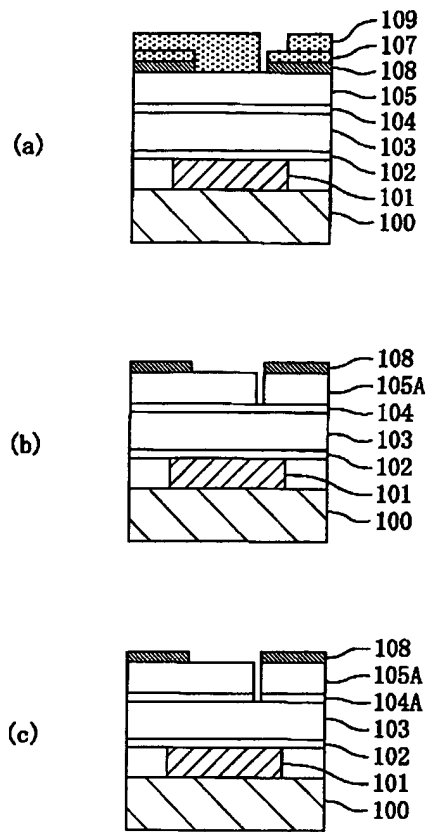
【図5】



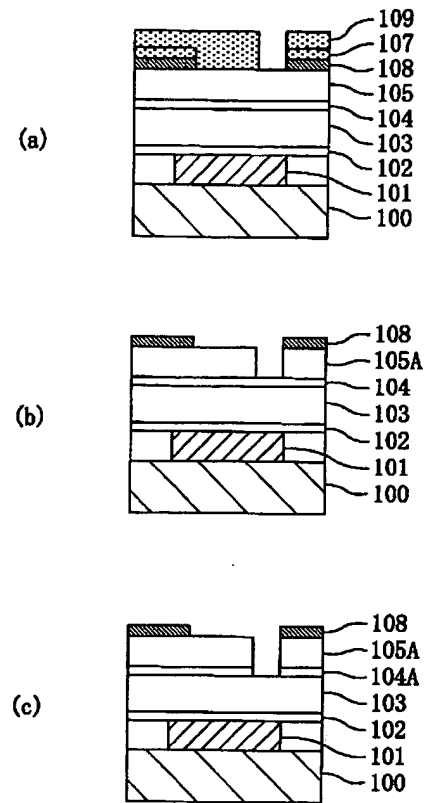
【図7】



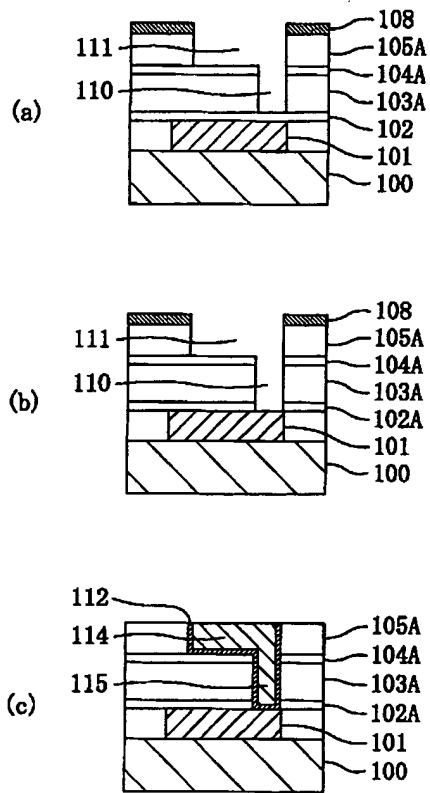
【図5】



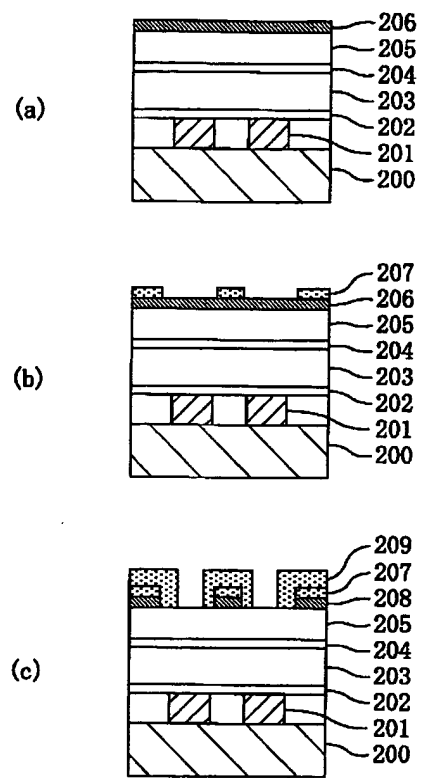
【図7】



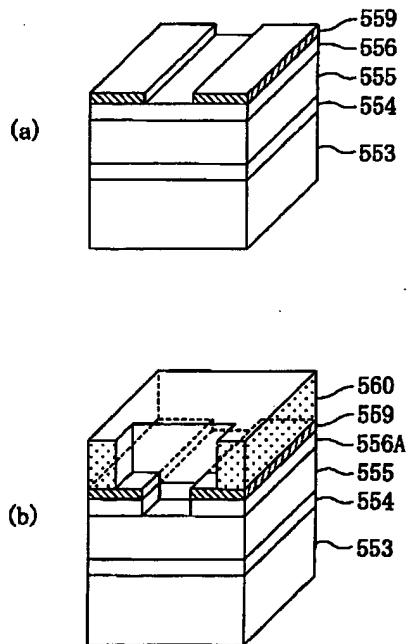
【図8】



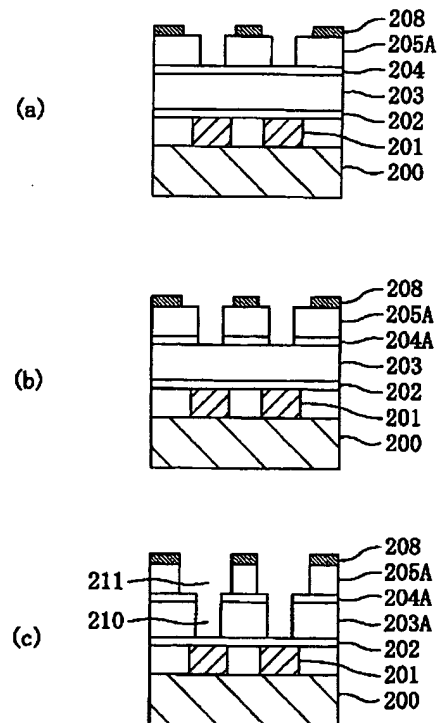
【図9】



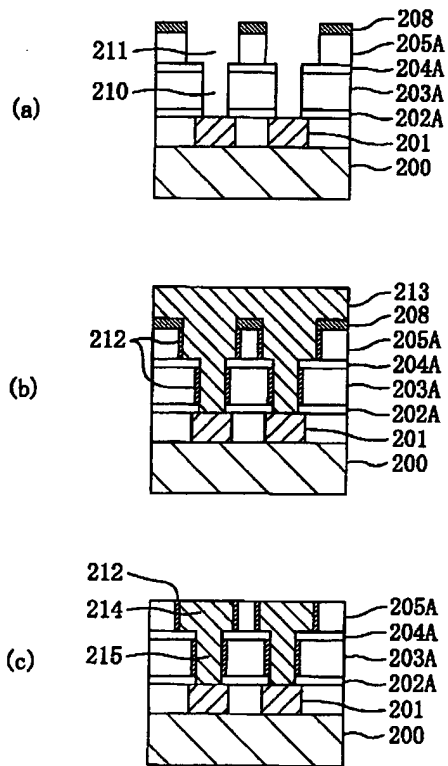
【図27】



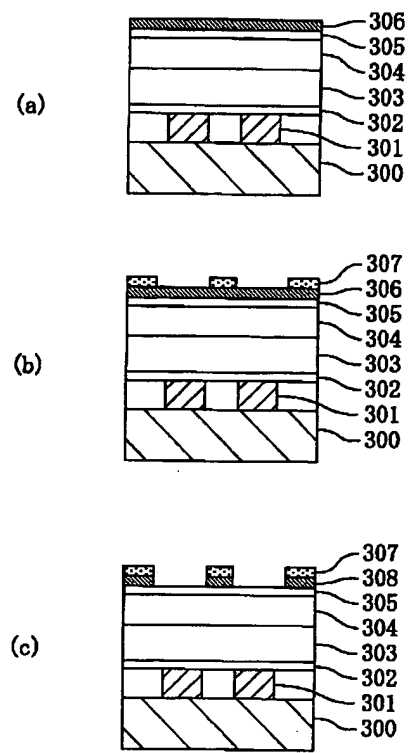
【図10】



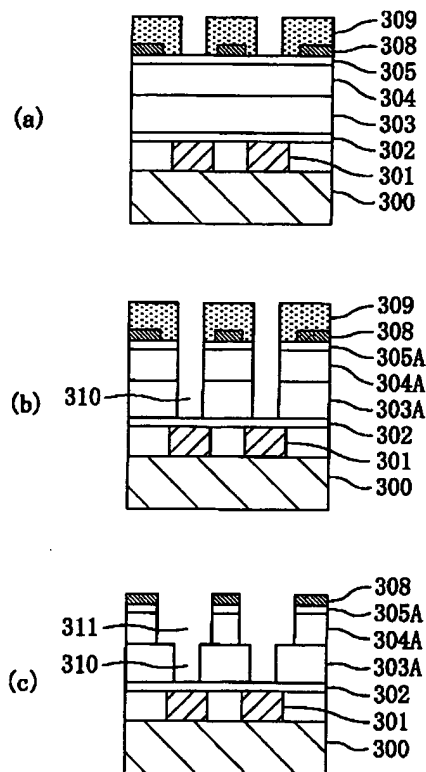
【図11】



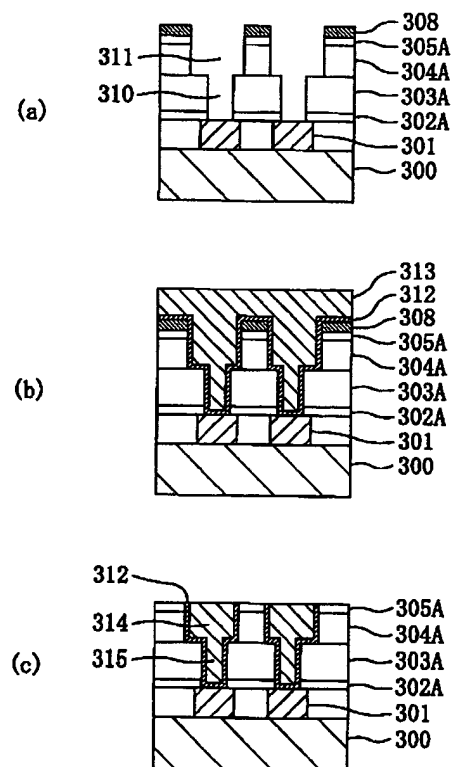
【図12】



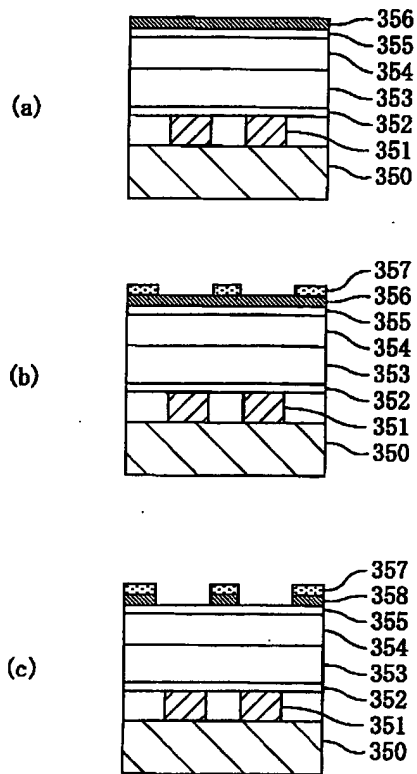
【図13】



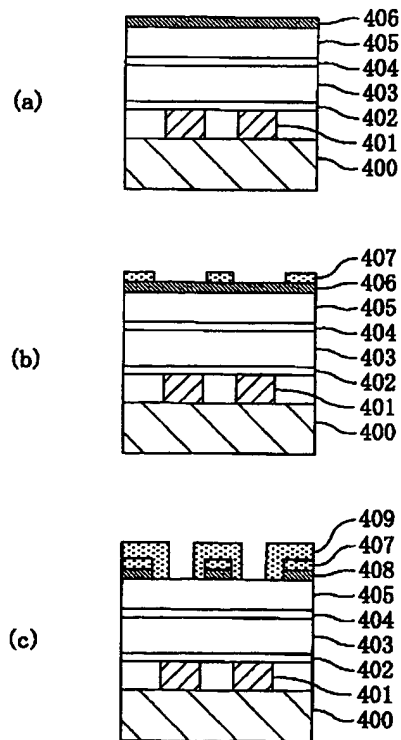
【図14】



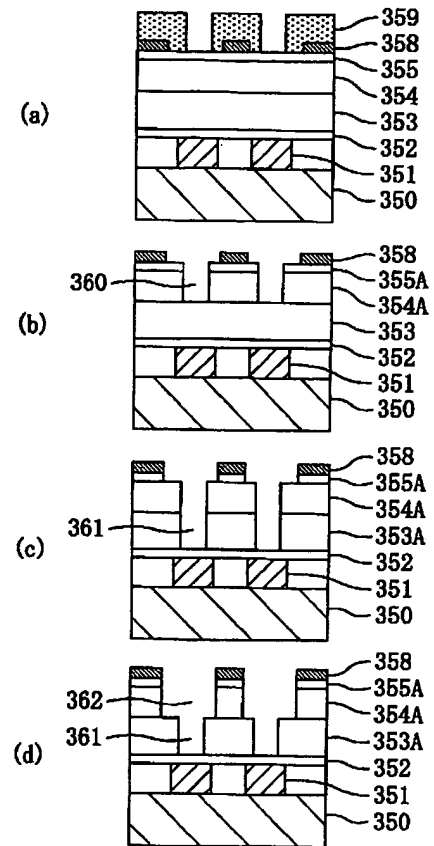
【図15】



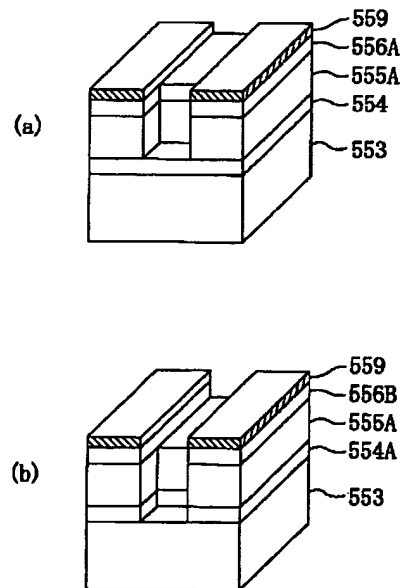
【図18】



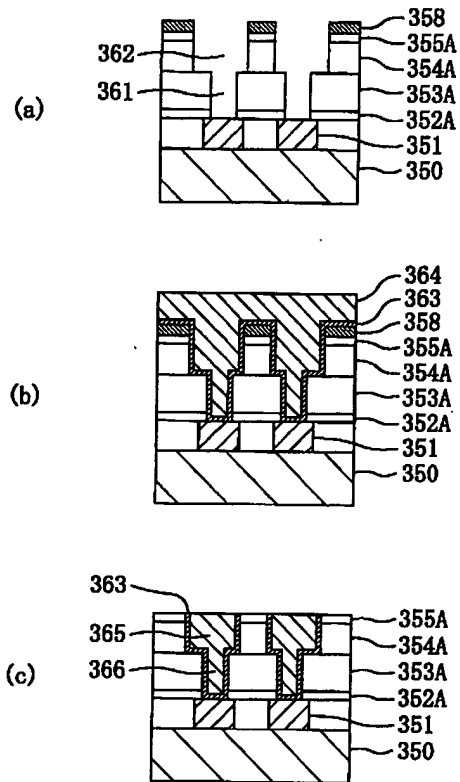
【図16】



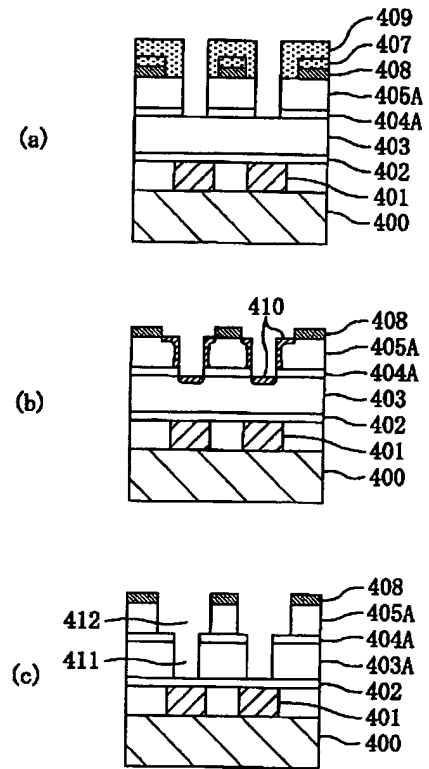
【図28】



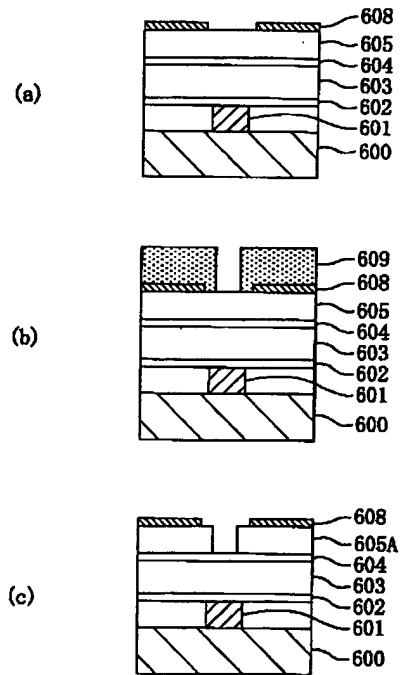
【図17】



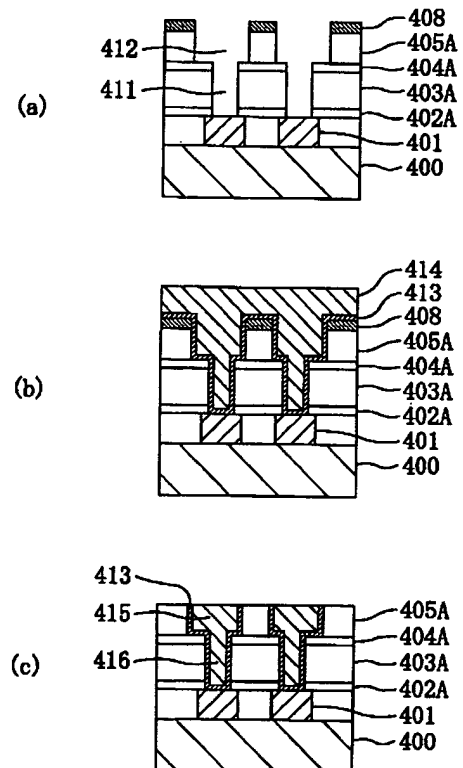
【図19】



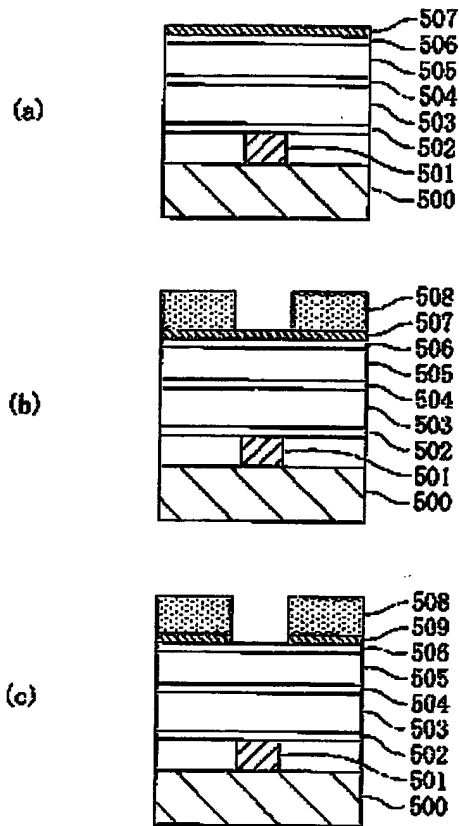
【図31】



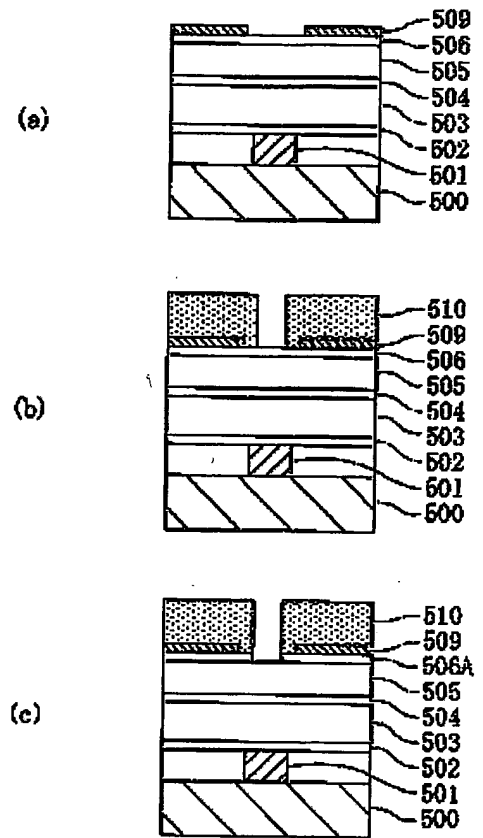
【図20】



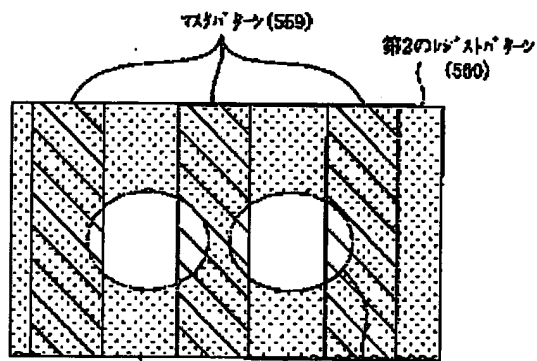
【図21】



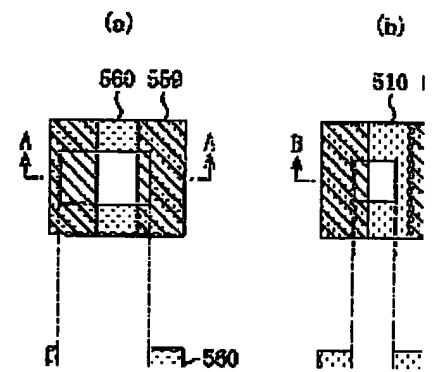
【図22】



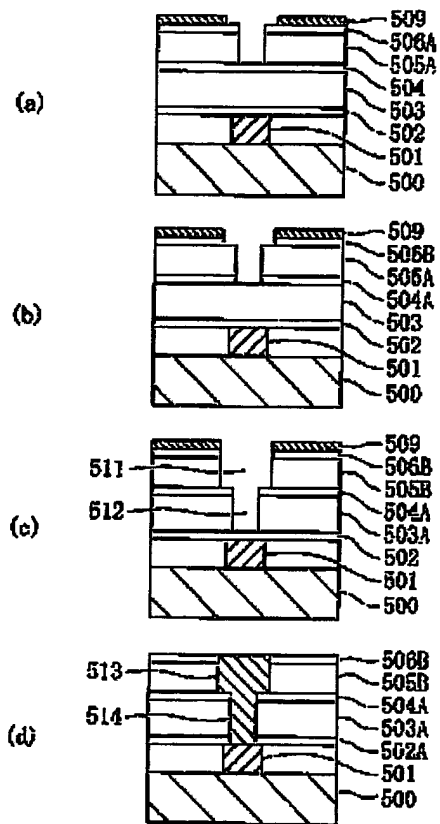
【図36】



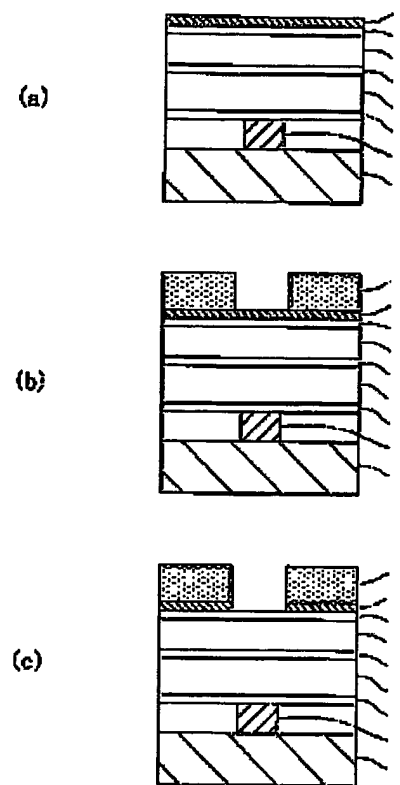
【図37】



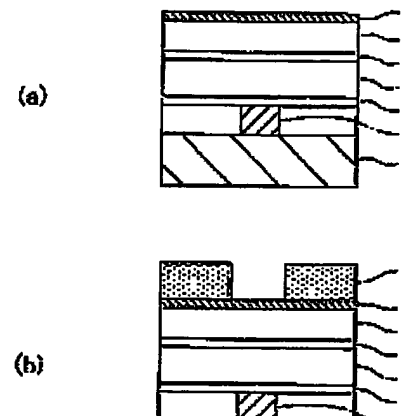
【図23】



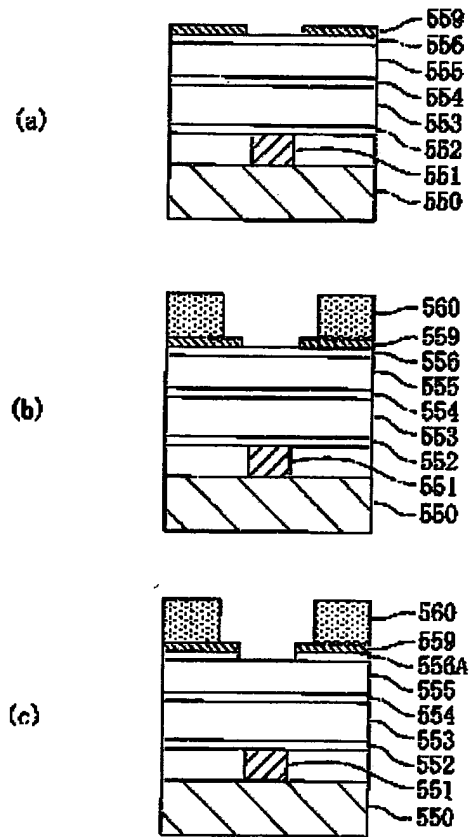
【図24】



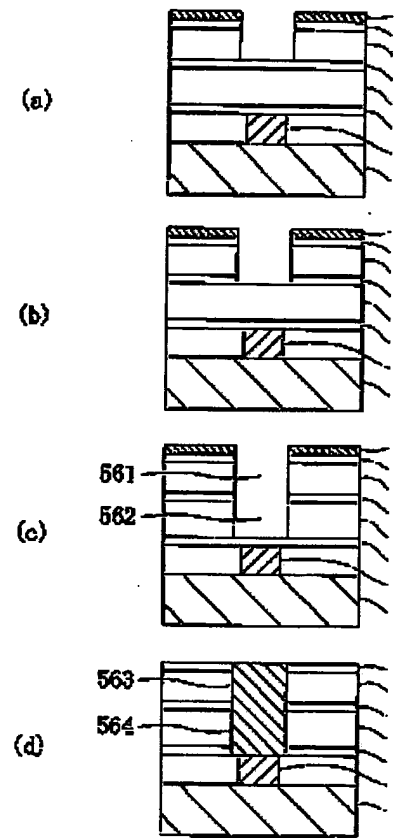
【図30】



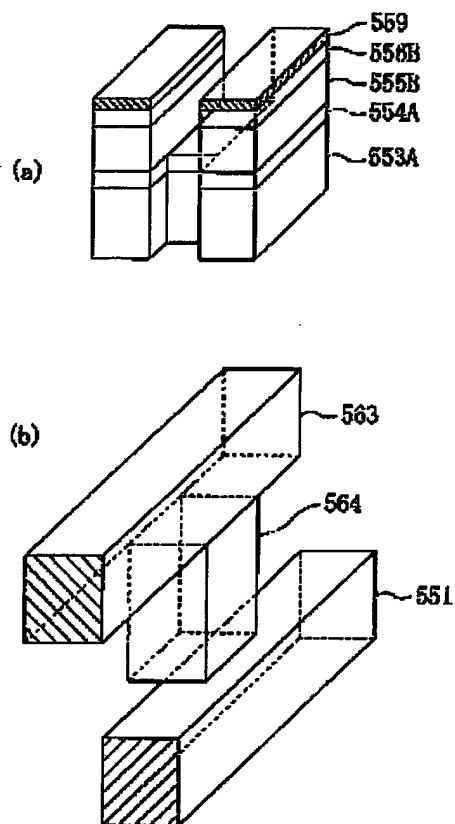
【図25】



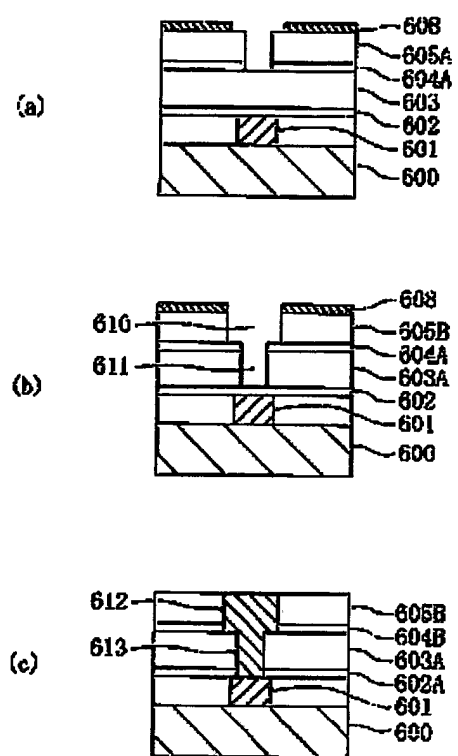
【図26】



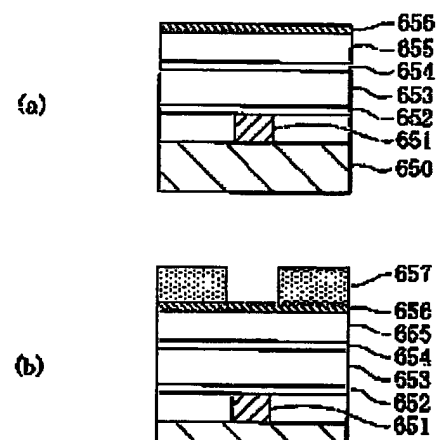
【図29】



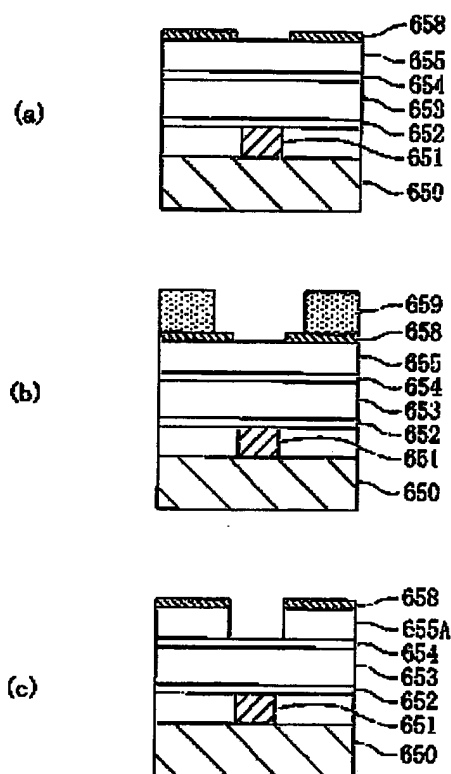
【図32】



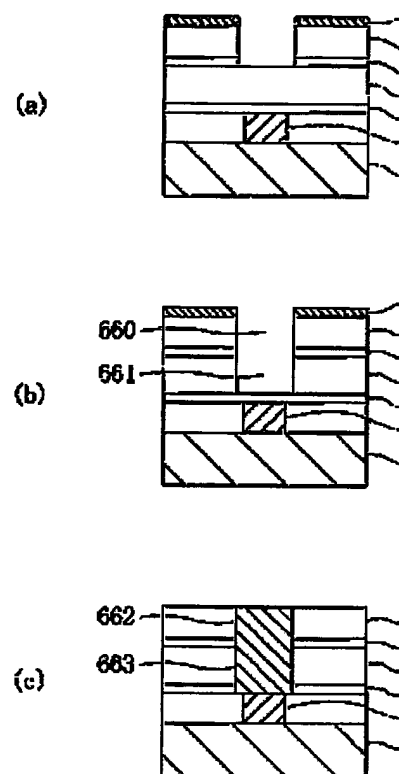
【図33】



【図34】



【図35】



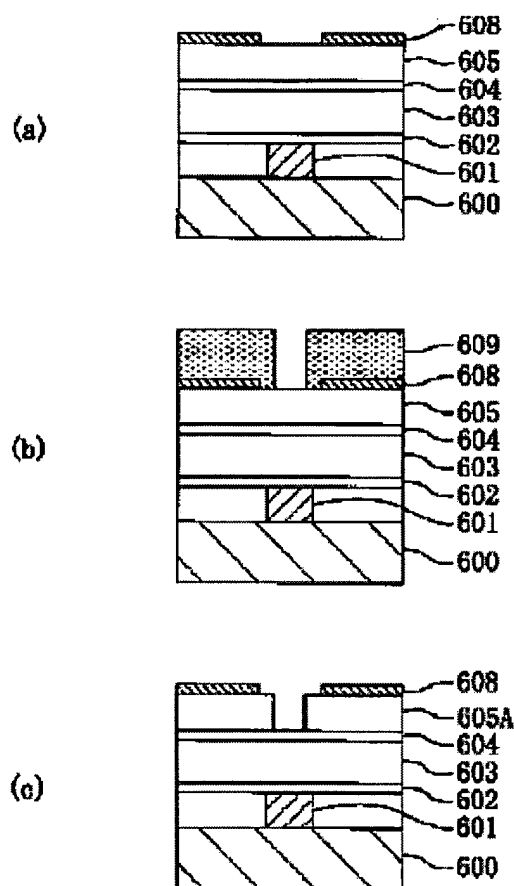
METHOD FOR FORMATION OF WIRING STRUCTURE

Patent number: JP2000294643
Publication date: 2000-10-20
Inventor: AOI NOBUO
Applicant: MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD
Classification:
 - international: H01L21/768; H01L21/3065
 - european:
Application number: JP20000066163 19990319
Priority number(s):

Abstract of JP2000294643

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a method for formation of wiring structure by which an interlayer insulating film having a low specific inductive capacity can be formed by adopting an ordinary resist process.

SOLUTION: In the method for formation of wiring structure, a first organic film 603, a silicon oxide film 604, and a second organic film 605 are sequentially deposited on a semiconductor substrate 600, and then, a mask pattern 608 is formed on the second organic film 605. Then the organic film 605 is patterned by etching the film 605 by using a second resist pattern 609 and the mask pattern 608 as a mask and, at the same time, the second resist pattern 609 is removed. In addition, the silicon oxide film 604 is patterned by etching the film 604 by using the patterned second organic film 605A as a mask. Thereafter, a wiring groove is formed in the second organic film 605A by etching the film 605A by using the mask pattern 608 as a mask and the first organic film 603 by using the silicon oxide film 604 as a mask and, at the same time, a contact hole is formed in the first organic film 603.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 特 許 公 報 (B 2)

(11) 特許番号

特許第3101954号

(P3101954)

(45) 発行日 平成12年10月23日 (2000. 10. 23)

(24) 登録日 平成12年 8 月25日 (2000. 8. 25)

(51) Int.Cl.⁷ 識別記号

H 0 1 L 21/68

B 2 3 Q 3/15

F I

H 0 1 L 21/68

B 2 3 Q 3/15

R

D

請求項の数1 (全 4 頁)

(21) 出願番号 特願平2-416058

(22) 出願日 平成2年12月27日 (1990. 12. 27)

(65) 公開番号 特開平4-230051

(43) 公開日 平成4年8月19日 (1992. 8. 19)

審査請求日 平成9年8月22日 (1997. 8. 22)

(73) 特許権者 000006633

京セラ株式会社

京都府京都市伏見区竹田島羽殿町6番地

(72) 発明者 長崎 浩一

鹿児島県国分市山下町1番1号 京セラ

株式会社鹿児島国分工場内

(72) 発明者 牛尾 雅樹

鹿児島県国分市山下町1番1号 京セラ

株式会社鹿児島国分工場内

(72) 発明者 阿多利 仁

京都市山科区東野北井ノ上町5番地の22

京セラ株式会社内

審査官 柴沼 雅樹

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 静電チャックの制御装置

1

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】 絶縁体中に備えた電極に直流電圧を印加して物体を吸着する静電チャックに対し、吸着前および離脱時に、作動電圧と異なる極性の電圧を短時間印加する手段を備えたことを特徴とする静電チャックの制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、半導体の製造装置などにおいて、シリコンなどのウェハを固定、搬送するために用いられる静電チャックの制御装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 従来より、半導体製造装置において、シリコンウェハを固定、搬送するために、静電チャックが

2

用いられていた。特に、電子ビーム描画装置、ドライエッチング装置、CVD装置、PVD装置など、真空中でシリコンウェハを固定、搬送する場合は、真空チャックが使えないため、静電チャックが有効であった。

【0003】 このような静電チャックの構造は、図5に示すように、絶縁体1に内部電極2を備え、該内部電極2に通電するための導入端子3を具備していた。そして、表面絶縁層1aの上面にシリコンウェハなどの被吸着物（不図示）を置き、内部電極2と被吸着物間に直流電圧を印加すると、内部電極2と被吸着物間における絶縁体1に分極現象が起こり、この静電気力によってシリコンウェハなどの被吸着物を吸着保持するようになっていた。

【0004】 また、このような静電チャックには、単極型と双極型の二種類があった。単極型の場合は、図6に

示すように、内部電極2と被吸着物4の間に直流電圧5を印加するため、効率は良いが被吸着物4にアースを取る必要があり、用途が限定されてしまう。一方、双極型の場合は、図7に示すように、内部電極2を二つ以上に分割し、それぞれの間に直流電圧5を印加するため、やや吸着効率は劣るが、被吸着物に電圧を印加する必要がないため、取扱が簡便であるという特徴をもっていた。

【0005】また、上記絶縁体1としては、たとえば特開昭59-129779号公報に示されるように樹脂を用いたものが一般的であったが、近年、アルミナなどのセラミックスを用いることが考えられていた（特開昭60-261377号、特開昭62-264638号公報等参照）。さらに、静電チャックの吸着力は、誘電分極現象による分極電荷の量によって決まることから、より吸着力を高めるために、チタン酸カルシウム（ TiCaO 、）またはチタン酸バリウム（ BaTiO 、）などの誘電率の大きいセラミックスを用いて静電チャックを構成することを、本出願人は既に提案した。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】上記したように、静電チャックの吸着力は分極電荷の量によって定まるが、この分極電荷量は、印加電圧との間でヒステリシス（履歴現象）ループを描くことが知られている。即ち、図8に示すように、印加電圧の変化に伴って、分極電荷量はOからCまで変化するが、この後印加電圧を減少させても分極電荷量はもとの経路B-Oを通らずに、B-Dのように変化する。つまり、印加電圧を0にしても分極電荷量は0にならず残ってしまうのである。これが残留吸着力となって現れ、印加電圧を切っても被吸着物が離脱しにくいという問題点があった。

【0007】さらに、上記のようにヒステリシスループを描くことから、一定の電圧を印加しても分極電荷量すなわち吸着力が一定とならず、吸着力の再現性にも劣っていた。

【0008】

【課題を解決するための手段】そこで、本発明は、絶縁体の内部に備えた電極に直流電圧を印加する静電チャックに対し、吸着前および離脱時に、作動電圧と異なる極性の電圧を短時間印加する手段を備えて、静電チャックの制御装置を構成したものである。

【0009】

【作用】本発明によれば、吸着前に作動電圧と異なる極性の直流電圧を短時間印加することによって、吸着力を安定させることができる。また、離脱時に作動電圧と異なる極性の直流電圧を短時間印加することによって、絶縁体の残留電荷をなくし、被吸着物を確実に離脱させることができる。

【0010】

【実施例】以下、本発明の実施例を図によって説明する。図1、図2は、本発明の静電チャックの制御装置を

シーケンス制御図で表したものである。図1は静電チャックの吸着、離脱時に自動制御を行うリレー電源制御側であり、図2は実際に静電チャックの印加電圧を制御する静電チャック電源制御側である。

【0011】また、本発明の制御装置で用いる静電チャックは、図5に示すように、樹脂、セラミックスなどからなる絶縁体1に内部電極2を埋設し、この内部電極2に通電するための導入端子3を備えている。

【0012】ここで、本発明の制御装置の作動を説明する。まず、図1の吸着スイッチを押すと、リレーR1により吸着スイッチ側がロックされ、同時に図2の静電チャック電源用接点R1も接続される。図2において、あらかじめ接点R3は静電チャックに逆接続されているため、この時点で、静電チャックには作動電圧と異なる極性の逆電圧が印加されることになる。また、このとき、図1において、表示灯SL2が作動して、逆電圧印加中であることを表示し、タイマーTLR1に通電される。

【0013】そして、0.5秒後に上記タイマーTLR1が作動し、リレーR3により、図2中の接点R3は正接続に切り替わって、この後静電チャックには正電圧が供給される。また、図1において、表示灯SL2は消え、代わりに表示灯SL1が作動して、吸着中であることを表示する。

【0014】この後、被吸着物を離脱させる場合は、図1における離脱スイッチを押すと、リレーR2により離脱スイッチ側がロックされ、同時に吸着スイッチ側の接点R2が切れて、タイマーTLR1への通電が遮断されるため、各接点TLR1が初期状態に戻り、リレーR3も初期状態に戻る。そのため、図2において、接点R3が初期の逆接続状態にもどり、静電チャックには逆電圧が印加されることになる。また、このとき、図1において、表示灯SL1が消え、代わりに表示灯SL2が作動して、逆電圧印加中であることを表示する。さらに、このときタイマーTLR2にも通電される。

【0015】そして、0.5秒後に、上記タイマーTLR2が作動して、図1に示す接点TLR2が切れ、リレー駆動用の電源が遮断されるため、すべての接点が初期状態に戻る。そのため、図2において、接点R1も切れて、静電チャックへの印加電圧は0となる。

【0016】このように、本発明によれば、吸着前に0.5秒間の逆電圧を印加することによって、分極電荷を初期状態に復帰させて、吸着力が安定する。また、離脱時にも0.5秒間の逆電圧を印加することで、残留電荷をなくし、容易に吸着物を離脱させることができる。なお、逆電圧を印加する時間は、図1におけるタイマーTLR1、TLR2の設定時間を変えることで、自由に变化させることができるが、本発明者等が種々実験の結果、0.1～10秒としておけば良好に作動した。逆電圧印加時間が0.1秒より短いと、残留電荷の除去が充分でなく、また、急激に接点が切り替わるため、チャタリングを生じて回路が正常に作動しなかった。一方、逆電圧印加時間が10秒よ

り長いと、逆向きの電荷が発生して被吸着物が離脱できなかった。

【0017】また、図2に示すように、静電チャックの供給電源に1MΩ程度の抵抗を挿入しておく、と、接点R1が切れた時点で、静電チャック内部に残る分極電荷をより完全に除去することができる。また、この抵抗の代わりに電圧計を挿入すると、印加電圧の状態を確認することもできる。さらに、大きな電圧を切り換える接点には、接点保護回路を組み込むこともできる。また、離脱時の逆電圧は、減衰させばがら印加してもよい。このように、図1、図2には、最も基本的な回路を示したが、本願発明の範囲を逸脱しない範囲で、自由に回路を設定すればよい。

【0018】なお、本発明の制御装置は、単極型、双極型いずれの静電チャックにも適用でき、絶縁体の材質として、樹脂、アルミナセラミックス、あるいは強誘電体セラミックスなど、さまざまな材質を用いたものに適用することができる。特に、チタン酸バリウム、チタン酸カルシウムなど、比誘電率50以上の強誘電体セラミックスを用いた静電チャックが、最も効果的であった。

【0019】実験例

ここで、実際に静電チャック制御装置の効果を調べるために、各種の実験を試みた。静電チャックとして、チタン酸カルシウム(CaTiO₃)系セラミックスからなる絶縁体1の内部に、銀(Ag)からなる内部電極2を備え、直径4インチの円盤状で、表面絶縁層1aの厚みは0.4mmとし、内部電極2は静電チャックの周囲より2mm入り込んだ位置まで形成した、単極型のものを用意した。

【0020】まず、比較実験として、この静電チャックにシリコンウェハを吸着しておいて、離脱時に、内部電極2とシリコンウェハ間を短絡させてみたが、シリコンウェハは吸着されたままであり、ほとんど効果はなかった。

【0021】次の比較実験として、シリコンウェハの離脱時のみに、逆方向への直流電圧印加を試みた。ただし、逆方向への直流電圧を印加し続けると、逆方向の誘電分極現象が生じるため、逆電圧印加時間は0.5秒とした。その結果、シリコンウェハの離脱は容易になり、優れた効果があることがわかった。しかし、何度も実験を繰り返したときの、印加電圧と吸着力の関係を図3に示すように、吸着力の再現性が低い点は解消されなかった。

【0022】そこで、本発明の制御装置を用いて、離脱

時だけでなく、吸着時の直前にも0.5秒の逆電圧印加を試みたところ、印加電圧と吸着力の関係を図4に示すように、再現性が高く、しかも大きい吸着力が得られた。これは、電源を切った後も絶縁体1中にわずかに残っていた分極電荷が、吸着時直前の逆電圧印加によって矯正されるためであると考えられる。

【0023】なお、上記実験例では、チタン酸カルシウム系セラミックスからなる静電チャックを用いたが、チタン酸バリウム系セラミックスを用いたものや、アルミナなどのセラミックス、あるいは樹脂などを用いたものであっても同様の結果であった。また、上記実験例では、単極型の静電チャックを用いたが、双極型でも同様の結果であった。即ち、本発明の静電チャック制御装置は、さまざまな静電チャックに適用することができる。

【0024】

【発明の効果】叙上のように本発明によれば、絶縁体の内部に備えた電極に直流電圧を印加する静電チャックに対し、吸着前および離脱時に、作動電圧と異なる極性の電圧を短時間印加する手段を備えて、静電チャックの制御装置を構成したことによって、吸着力が安定して、再現性に優れ、かつ容易に吸着物を離脱することができるため、静電チャックの利用性を高め、特に半導体製造装置等に好適に使用することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明実施例に係る静電チャック制御装置のレイアウト図である。

【図2】本発明実施例に係る静電チャック制御装置の静電チャック電源制御側のシーケンス制御図である。

【図3】比較例における、静電チャックの印加電圧と吸着力の関係を示すグラフである。

【図4】本発明の制御装置を用いた静電チャックの、印加電圧と吸着力の関係を示すグラフである。

【図5】一般的な静電チャックの構造を示す、一部破断斜視図である。

【図6】単極型の静電チャックを示す概略図である。

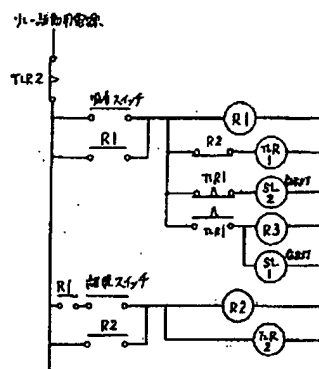
【図7】双極型の静電チャックを示す概略図である。

【図8】従来の静電チャックにおける、印加電圧と分極電荷量の関係を示すグラフである。

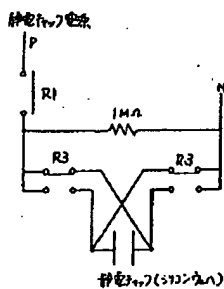
【符号の説明】

- 1：絶縁体
- 1a：表面絶縁層
- 2：内部電極
- 3：導通端子

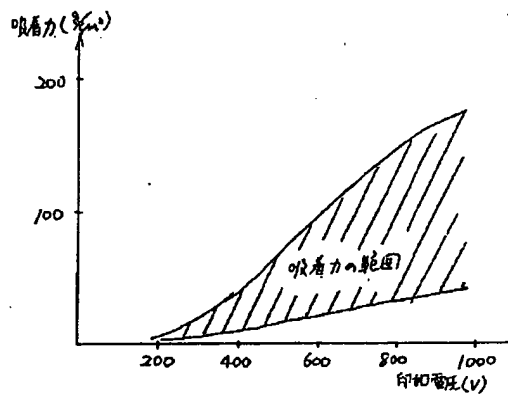
【図1】



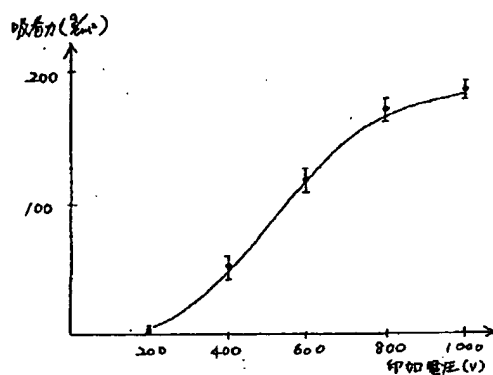
【図2】



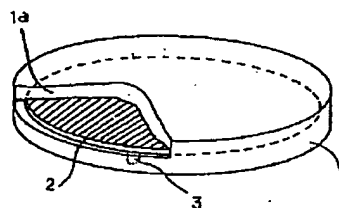
【図3】



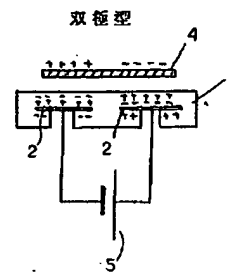
【図4】



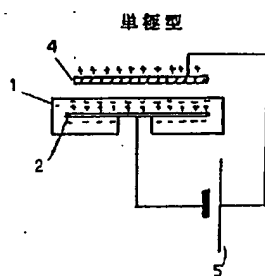
【図5】



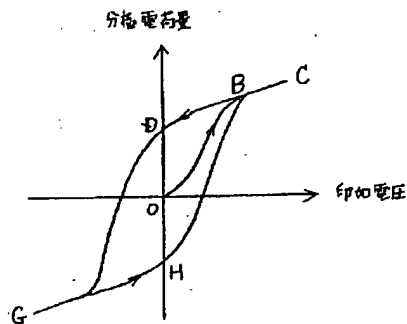
【図7】



【図6】



【図8】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開 昭58-114437 (J P, A)
特開 昭62-255039 (J P, A)
特開 平1-181544 (J P, A)

(58)調査した分野(Int.Cl.⁷, DB名)
H01L 21/68
B23Q 3/15

INK JET HEAD, INK JET CARTRIDGE WITH THE HEAD, AND INK JET RECORDER WITH THE CARTRIDGE

Patent Number: JP3101954
Publication date: 1991-04-26
Inventor(s): GOTO AKIRA; others: 01
Applicant(s): CANON INC
Requested Patent: ☐ JP3101954
Application Number: JP19890241028 19890918
Priority Number(s):
IPC Classification: B41J2/045; B41J2/16
EC Classification:
Equivalents: JP2660058B2

Abstract

PURPOSE: To compensate a required amount of ink liquid drip to perform a stable delivery by specifying the ratio of the area of an outermost-surface opening of a delivery port communicating with an ink path formed by laser irradiation on the area of the cross section of the ink path orthogonal to an ink delivery direction.

CONSTITUTION: A top plate 14 is provided with ink liquid path grooves 25 and ink delivery ports 11 formed on an orifice plate 10 correspondingly to the ink liquid path grooves 25 by the desired number. The delivery port having a similar figure to the cross section of the ink flow path is formed in the condition that the ink flow path groove is formed to have a cross section of, e.g. an upper edge of 40μm, a lower edge of 60μm, and a height of 60μm and an inclination of a laser light irradiation is an angle of 5 degrees to the ink flow path. The area ratio of the delivery port to the ink flow path depends on the shape of the cross section of the ink flow path, but is pref. from 35 to and including 60%. If it is less than 35%, the delivery port is shaped into nearly a circle, and a sufficient delivery ink liquid drip volume is not available. If it is more than 60%, the area of the tapered delivery port on the side of the ink flow path is more than the cross sectional area of the ink flow path, and a stable delivery port cannot be formed.

Data supplied from the esp@cenet database - I2